

(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁸	(45) 공고일자	2003년06월19일	
E02F 3/43	(11) 등록번호	10-0378727	
E02F 9/22	(24) 등록일자	2003년03월21일	
(21) 출원번호	10-1998-0706193	(65) 공개번호	특1999-0082460
(22) 출원일자	1998년08월11일	(43) 공개일자	1999년11월25일
변역문제출일자	1998년08월11일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1997/04550	(87) 국제공개번호	WO 1998/26132
(86) 국제출원일자	1997년12월10일	(87) 국제공개일자	1998년06월18일
(81) 지정국	국내특허 : 아일랜드 캐나다 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴	중국 대한민국 EP	유럽특허 : 오스트리아
(30) 우선권 주장	96-332571 1996년12월12일 일본(JP) 96-342231 1996년12월20일 일본(JP) 96-342232 1996년12월20일 일본(JP) 97-55343 1997년03월10일 일본(JP) 97-55955 1997년03월11일 일본(JP) 97-55956 1997년03월11일 일본(JP) 97-65112 1997년03월18일 일본(JP) 97-65113 1997년03월18일 일본(JP)		
(73) 특허권자	신카타피라 마쓰비시 가부시키가이샤		
(72) 발명자	일본국 도쿄도 세타가야쿠 요가 4조메10반1고 도자와 쇼지 일본 도쿄도 세타가와쿠 요가 4-10-1 신 캐터펄라미쓰비시(주)내 오노 도모아키 일본 도쿄도 세타가와쿠 요가 4-10-1 신 캐터펄라미쓰비시(주)내		
(74) 대리인	이병호		
심사관 : 임정석			
(54) 건설기계의제어장치			

요약

본 발명은 유압 서블 등의 건설 기계의 제어 장치에 관한 것이며, 작업 개시시 등에 조작 부재 등이 급조작되어도 유압 실린더로의 지령치의 변화를 순조롭게 할 수 있도록 한다.

이 때문에 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 기체(100)측에 지지된 암(200, 300) 및 암(200, 300)에 지지된 작업 부재(400)를 실질단식 액추에이터 (120 내지 122)에 의해 동작시키는 건설 기계에 있어서, 암(200, 300) 및 작업 부재(400)를 조작하는 조작 부재(6, 8)와, 또한 작업 개시시의 목표 이동 속도 특성이 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되도록 작업 부재(400)의 목표 이동 속도를 설정하는 목표 이동 속도 설정 수단(101)과, 목표 이동 속도 설정 수단(101)에 설정된 목표 이동 속도의 정보를 입력함으로써 작업 부재(400)가 목표 이동 속도가 되도록, 액추에이터(120 내지 122)를 제어하는 제어 수단(1)을 구비하도록 구성한다.

명세서

기술분야

본 발명은 지면을 굴삭하는 유압 셔플 등의 건설 기계에 관한 것이며, 특히 이와 같은 건설 기계의 제어 장치에 관한다.

배경기술

일반적으로 유압 서보 등의 건설 기계는 도 14에 도시하는 바와 같이 무한 궤도부(500A)를 갖는 하부 주행체(500, 下部 走行體) 상에 운전 조작실(600, cabin)이 부착되는 상부 선회체(100, 上部 旋回體)를 구비하고 있고, 또한 상부 선회체(100)에 몸(200), 스틱(300), 바퀴(400)으로 이루어진 관절식 암 기구를 구비한 구성으로 되어 있다.

그리고, 스트로크 센서(210, 220, 230) 등에 의해 얻어진 붓(200), 스틱 (300), 버킷(400)의 각 신축 변

위 정보에 따라서 붐(200), 스택(300), 버킷(400)을 각각 유압 실린더(120, 121, 122)에 의해 적절하게 구동하여 버킷(400)의 진행 방향 또는 버킷(400)의 자세를 일정히 유지하여 굴삭할 수 있도록 되어 있고, 이것에 의해, 버킷(400)과 같이 작업 부재의 위치와 자세의 제어를 정확히 또한 안정되게 행할 수 있다.

또한, 유압 실린더(120 내지 122)는 통상 운전실(600)내에 설치된 조작 레버(도시생략)에 의해 조작된다.

그런데, 이러한 건설 기계에 있어서, 붐(200), 스택(300), 버킷(400) 등이 미리 설정된 일련의 동작을 행하도록 설정해 두고, 이와 같이 설정된 동작으로 되도록 유압 실린더(120, 121, 122)를 각각 제어하도록 한 반자동 제어 시스템이 제안된다.

여기서, 상기 반자동 제어의 모드로서는 스택(300) 및 붐(200)을 움직여도 버킷(400)의 수평 방향(수직 방향)에 대한 각도(버킷각)이 항상 일정하게 유지되도록 버킷각 제어 모드나 버킷(400)의 이끝(tip : 112)이 직선적으로 이동하는 법면 굴삭 모드(또는 버킷 이끝 직선 굴삭 모드, 레이킹 모드) 등이 생각된다.

그런데, 이러한 반자동 제어 모드시에는 유압 실린더(120 내지 122)의 작동을 제어하기 위한 조작 레버는 스택(300)이나 붐(200)에 대하여 목표 이동 속도를 설정하기 위한 부재로서 기능한다.

즉, 반자동 제어 모드시에는 조작 레버의 조작량에 따라서 스택(300)이나 붐(200)의 이동 속도가 결정된다.

그러나, 종래의 건설 기계에 적용되는 반자동 시스템으로는 이하와 같은 여러 문제가 있었다.

(1) 반자동 제어 모드의 작업 개시 때에 조작자가 조작 레버를 급조작하면 붐(200), 스택(300), 버킷(400)의 각 유압 실린더(120 내지 122)에의 제어 지령치가 스텝 형상으로 변화하여 유압 실린더(120, 121, 122)에 급격히 부하가 가해진다고 생각된다. 이 경우에는 각 유압 실린더(120, 121, 122)가 원활히 작동하지 않아 가벼운 충격, 진동, 쇼크 등을 수반하면서 작동될 우려가 있고, 버킷 이끝 위치의 궤적 정밀도가 악화될 우려가 있었다.

이러한 사태를 회피하기 위해서는 조작 레버를 급조작하여도 버킷 이끝의 이동 속도를 서서히 증가시키거나(램프업 처리), 로우패스(low-pass) 필터를 거쳐서 매끄러운 속도변화를 부여한다고 생각되지만, 반자동 제어 모드시에는 각 유압 실린더로의 제어 신호는 실린더 위치를 시간 미분한 정보를 피드백하고 있기 때문에, 상술한 바와 같은 램프업 처리 등을 실시해도 실린더 위치의 시간 미분 정보에 의해 각 유압 실린더에의 지령치가 비연속적으로 변화하는, 역시 붐이나 스택 또는 버킷이 순조롭게 작동하지 않는 경우가 있다는 문제가 있다.

(2) 반자동 제어중 법면 굴삭 모드에 의해 버킷 이끝 위치를 직선적으로 이동시키는 작업(수평 균일화 작업 등)을 행하는 경우에는 지면의 형상이나 굴삭량 등에 의해 굴삭 작업중의 유압 실린더(120 내지 122)의 부하가 변동한다고 생각되고, 이러한 경우에는 종래의 PID 제어로서는 유압 실린더(120 내지 122)의 위치 결정 정밀도나 버킷 이끝 위치의 궤적 정밀도를 악화시킬 우려가 있다.

또한, 유압 실린더(120 내지 122)에 대하여 피드백 제어를 행할 경우, 작동유의 온도 변화에 수반되는 제어 대상(예를 들면 유압 실린더(120 내지 122)나 유압 회로내에 설치된 전자 밸브)의 동작 특성의 변동이 페루프의 제어 성능에 영향을 부여하여 제어 시스템의 안정성이 저하된다고 생각된다.

이러한 사태를 회피하기 위해서는 페루프의 제어 개인을 작게하고 개인 여유나 위상 여유를 크게 할 수 있지만, 이와 같이 하면 결과적으로 유압 실린더(120 내지 122)의 위치 결정 정밀도나 버킷 이끝 위치의 궤적 정밀도를 악화시키는 문제가 있다.

(3) 반자동 제어 모드시에 붐(200), 스택(300), 버킷(400)을 피드백 제어에 의해 궤적 제어(추미제어[追尾制御])할 경우, 각 실린더(120 내지 122)에의 지령치는 피드백의 편차(즉, 입력 정보와 출력 정보와의 제어 오차)를 바탕으로 연산되기 때문에, 실린더 작동중의 편차를 제로로 하는 것은 곤란하며 결과로서 버킷 이끝 위치는 목표치에 대하여 오차를 생기게 하는 경우가 있다.

즉, 이러한 피드백 제어로서는 실제의 실린더 위치나 실린더 속도를 검출하고 나서 이들을 목표 실린더 위치나 목표 실린더 속도와 비교하여, 이들의 편차를 0에 가깝도록 제어를 하기 때문에 제어중에 이들의 편차를 완전히 배제하는 것은 곤란하며 이것에 의해 제어 오차가 생기는 문제가 있다.

(4) 예를 들면 지면을 평탄하게 하는(법면형성[法面形成]) 작업을 행하는 경우에는, 버킷(400)의 이끝(즉, 스택(300))을 직선적으로 움직이는 동작이 필요하지만, 종래의 기술에서는 붐(200) 및 스택(300)을 각각 유압 실린더(120, 121)에 의해 독립하여 제어하게 되어 있기 때문에, 법면을 고정밀도로 마무리하는 것이 매우 곤란하다.

즉, 상술한 바와 같이 붐(200) 및 스택(300)을 전자 밸브 등을 이용해 전기적으로 피드백 제어하는 경우, 각각 대응하는 유압 실린더(120, 121)를 독립하여 제어하면, 가령 각각의 피드백 제어 편차가 작아도 붐(200), 스택(300)의 위치(자세)에 의해서는 이들의 제어 편차를 무시할 수 없게 되고 목표로 하는 버킷(400)의 이끝 위치(제어 목표치)에 대한 오차가 매우 커지는 경우가 있다.

예를 들면, 버킷(400)이 이로부터 법면을 형성하려고 하는 위치에 있을 때에 상기 제어 편차를 위해 스택(300)에 대하여 붐(200)의 제어가 지연되면, 버킷(400)의 이끝이 지면에 박히게 되며, 역으로 붐(200)에 대해 스택(300)의 제어가 지연되면 버킷(400)이 허공에 뜬 채로 동작하는 상태가 된다.

이와 같이 붐(200) 및 스택(300)을 각각 완전히 독립 제어하면 제어 목표치를 유지하면서 붐(200) 및 스택(300)을 동작시키는 것이 극히 곤란하게 된다는 문제가 있다.

(5) 지면의 수평 균일(법면 형성)과 같은 버킷(400)의 이끝을 직선적으로 움직이는 동작(버킷 이끝 직선 굴삭 모드라고 불린다)이 필요한 경우에 종래의 유압 서클의 제어 장치에서는 붐(200)(유압 실린더(120)), 스택(300)(유압 실린더(121))을 각각 전자 밸브 등을 이용해 전기적으로 독립하여 피드백 제어함으로써 상기 동작을 실현하고 있지만, 목표 버킷 이끝 위치로부터 얻어진 제어 목표치에 따라서 각 유압 실린더(120, 121)를 각각 독립하여 피드백 제어하므로 예를 들면, 버킷(400)이 건설 기계 본체(100)에 대하여

떨어져서 위치한 상태에서 스틱(300)을 건설 기계 본체(100)측으로 당겨서 버킷(400)의 이끝을 직선적으로 움직이려고 하는 경우에, 붐(200)의 위치 편차가 작고(지연이 적다), 스틱(300)의 위치 편차가 크면(지연이 많다), 실제의 버킷(400)의 이끝 위치가 목표 위치(목표 법면)에서 헛쪽으로 어긋난 상태가 되어 결과로서 법면의 완성 정밀도가 대폭 저하하는 문제가 있다.

(6) 예를 들면 수평 균일 동작 등과 같이 버킷(400)의 이끝을 직선적으로 움직이는 조작(raking)을 콘트롤러에 의해 자동적으로 행하는 경우에는 유압 실린더(120, 121, 122)에 대하여 작동유의 공급 배출을 행하는 유압 회로중의 전자 밸브(제어 밸브 기구)를 전기적으로 PID 피드백 제어함으로써, 유압 실린더(120, 121, 122)의 신축 동작을 제어하여 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)의 자세를 제어하고 있지만, 유압 실린더(120, 121, 122)의 신축 동작을 제어하는 유압 회로에서는 통상, 엔진(원동기)으로 구동되는 펌프에 의해서 작동 유압이 생성되고, 이 때 엔진의 회전 속도가 외부 부하 등에 의해 변동하면, 그 변동에 따라 펌프의 회전 속도가 변동하여 펌프의 토출량(토출 능력)도 변동하고 가령 전자 밸브로의 지령치(전류)이 같더라도 유압 실린더(120, 121, 122)에서의 신축 속도가 변화한다. 결과로서, 버킷(400)의 자세 제어 정밀도가 악화하여 버킷(400)에 의한 수평 균일 면 등의 완성 정밀도가 악화된다.

그래서, 상술한 바와 같은 엔진의 회전 속도 변동에 대응하기 위해 펌프로써 토출량 가변형(토출압 가변형, 가변 용량형)의 펌프를 사용하고 그 펌프에서의 경사 전환각(傾轉角)을 조정함으로써 엔진의 회전 속도(결국은 펌프의 회전 속도)가 변동해도 펌프의 토출 능력이 일정해지도록 제어한다고도 생각되지만, 이와 같은 경사 전환각 제어로서는 응답성이 나쁘기 때문에 목표로 하는 실린더 신축 속도를 확보할 수 없고, 완성 정밀도의 악화를 면할 수 없다고 하는 문제가 있다.

(7) 유압 회로에 오픈 센터형 회로를 이용한 종래의 기술에서는 예를 들면, 굴삭 부하가 극단적으로 큰 경우, 그 부하가 증대함에 따라서 붐(200)(유압 실린더(120)), 스틱(300)(유압 실린더(121))의 유압이 상승하여 유압 실린더(120, 121)의 신축 변위 속도가 저감하고 최종적으로 붐(200), 스틱(300)의 동작(즉, 버킷 이끝 동작)이 정지하는 경우가 있다.

이 때, PID 피드백 제어 시스템으로는 버킷 이끝의 속도 정보(P)가 제어로 됨과 함께 위치 정보(D)가 스틱 정지시의 값에 한정되므로 이들의 정보(비례 동작 요소)에 의한 유압 실린더(120, 121)의 신축 변위 속도의 목표 속도에 영향은 없지만, I(적분 요소)가 이 제어 시스템에 들어가 있기 때문에, 결과적으로 각 유압 실린더(120, 121)의 목표 속도는 계속 증대한다.

따라서, 이 상태에서 예를 들면 버킷 이끝에 걸려 있던 굴삭중의 바위가 부서짐 등으로 붐(200), 스틱(300)에서 갑자기 부하가 빠지면, 각 유압 실린더(121, 122)는 돌연히 목표 속도를 대폭적으로 상회하는 속도로 움직이게 되고, 결과로서 굴삭 작업 등의 완성 정밀도를 대폭 저하시키는 문제가 있다.

(8) 굴삭한 토사 등을 버킷(400)에 수용한 채로 운반하는 경우 등, 붐(200) 및 스틱(300)을 움직여도 버킷(400)의 수평 방향(수직 방향)에 대한 각도(버킷 각도)가 항상 일정하게 유지되는 제어(버킷각 일정 제어)를 행하는 경우, 버킷(400)(유압 실린더(122))의 PID 피드백 제어 시스템으로는 붐(200)이나 스틱(300)의 조작 중에 실제의 버킷 각도와 목표로 하는 버킷 각도와의 편차가 커지면, P(비례 요소), I(적분 요소), D(미분 요소) 중 I(적분 요소)의 기능에 의해 유압 실린더(122)로의 지령치(제어 목표치)를 크게 하여 그 편차를 작게 하도록 하고 있지만, 붐(200), 스틱(300) 및 버킷(400)을 위한 동작 레버{(조작 부재)(6, 8)}를 중립 위치(비동작 위치)로 하고 버킷(400)을 정지시킬 때, 상기 제어 시스템으로는 정지시까지의 I(적분 요소)의 축적분에 의해 유압 실린더(122)로의 지령치가 즉시 재료가 되지 않으므로 조작 레버(6, 8)를 비동작 위치로 하여도 버킷(400)은 바로 정지하지 않고, 오버 슈트가 발생하며 제어 정밀도가 저하하는 문제가 있다.

본 발명은 이러한 여러 문제에 비추어 참관된 것으로, 반자동 제어 모드를 갖춘 건설 기계에 있어서 한층 더 기능의 향상을 도모한 건설 기계의 제어 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 상세한 설명

이를 위해 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체측에 암 부재를 요동 가능하게 지지함과 함께 상기 암 부재의 선단부에 작업 부재를 요동 가능하게 지지하고 상기 암 부재 및 상기 작업 부재의 요동을 실린더식 액추에이터의 신축 동작에 의해 각각 행하도록 구성한 건설 기계에 있어서, 상기 암 부재 및 상기 작업 부재를 조작하기 위한 조작 레버와 상기 조작 레버에 의한 작업 개시 때의 목표 이동 속도 특성이 시간 미분하더라도 동일 종류의 특성이 되도록 상기 작업 부재의 목표 이동 속도를 설정하는 목표 이동 속도 설정 수단과, 상기 목표 이동 속도 설정 수단으로 설정된 상기 목표 이동 속도의 정보를 입력하여 상기 작업 부재가 상기 목표 이동 속도로 되도록 상기 액추에이터를 제어하는 제어 수단을 구비하여 구성한 것을 특징으로 한다.

그리고, 이러한 구성에 의하면, 작업 개시 때에 오퍼레이터가 조작 레버를 급격히 조작하여도 암 부재 및 작업 부재를 원활하게 작동시킬 수 있는 이점이 있다.

또한, 바람직하게는 상기 작업 개시 때의 상기 목표 이동 속도 특성을 여현파(余弦波) 특성으로 설정한다. 이것에 의해 제어 수단에 각 액추에이터 위치를 시간 미분한 정보를 피드백하여 제어 신호를 설정할 경우에는 이 피드백되는 시간 미분 정보와, 조작 레버에 의해 설정되는 작업 개시 때 목표 이동 속도 특성이 동일 종류의 특성으로 됨과 함께, 여현파 특성이 연속적인 커브를 가짐으로써 출력되는 제어 신호가 스텝 형상으로 급격히 변화하는 것이 억제된다. 따라서, 작업 개시 때에 실린더식 액추에이터의 동작을 원활하게 작동시킬 수 있는 이점이 있다. 또한, 목표 이동 속도 특성을 여현파 특성으로 설정함으로써 작업 개시 때 작동 응답성이 뛰어난 제어를 실현할 수 있는 이점도 있다.

또한, 조작 레버에 의한 작업 종료시의 목표 이동 속도 특성을 시간 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되도록 설정한 경우에는 작업 개시시 뿐만 아니라, 작업 종료시에 있어서 오퍼레이터가 조작 레버를 급격히 조작한 경우라도 암 부재 및 작업 부재를 원활하게 작동시킬 수 있다.

또한, 상기 작업 종료시의 상기 목표 이동 속도 특성을 여현파 특성으로 설정한 경우에는 작업 종료시에

작동 응답성이 뛰어난 제어를 실현할 수가 있다.

또한, 바람직하게는 상기 목표 이동 속도 설정 수단이 상기 조작 레버의 위치에 따른 제 1 목표 이동 속도 데이터를 출력하는 목표 이동 속도 출력부와, 상기 작업 개시시 및 작업 종료시의 각 목표 이동 속도 특성이 시간 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되는 제 2 목표 이동 속도 데이터를 기억한 기억부와, 상기 기억부의 데이터와 상기 목표 이동 속도 출력부의 데이터를 비교하여 작은 쪽의 데이터를 목표 이동 속도 정보로서 출력하는 비교부를 구비하도록 구성한다.

이와 같이 구성된 경우에는 숙련된 오퍼레이터가 기억부에 의한 실린더식 액추에이터의 제어보다도 알맞은 상태로 조작 레버를 조작하는 경우에는 오퍼레이터에 의한 조작이 우선되어, 각 실린더식 액추에이터의 작동이 제어되는 이점이 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체측에 암 부재를 요동 가능하게 지지함과 함께 상기 암 부재의 선단부에 작업 부재를 요동 가능하게 지지하고, 상기 암 부재 및 상기 작업 부재의 요동을 실린더식 액추에이터의 신축 동작에 의해 각각 행하도록 구성된 건설 기계에 있어서, 상기 작업 부재 부착 암 부재의 목표 동작정보를 조작 레버의 위치에 따라서 설정하는 목표치 설정 수단과, 상기 작업 부재 부착 암 부재의 동작정보를 검출하는 동작정보 검출 수단 및 상기 건설 기계의 운전상태를 검출하는 운전상태 검출 수단을 적어도 갖는 검출수단과, 상기 동작정보 검출 수단으로부터의 검출 결과와 상기 목표치 설정 수단으로 설정된 상기 목표 동작정보를 입력함으로써 상기 작업 부재 부착 암 부재가 목표로 하는 동작 상태가 되도록 상기 액추에이터를 제어하는 제어 파라미터 가변형의 제어 수단을 구비하고, 상기 제어 수단에 상기 운전상태 검출 수단으로 검출된 상기 건설 기계의 운전상태에 따라서 상기 제어 파라미터를 변경할 수 있는 제어 파라미터용 스케줄러가 설치되어 있는 것을 특징으로 한다.

그리고, 이러한 구성에 의해 제어의 안정성이나 작업 부재의 위치 정밀도를 향상시킬 수 있다는 이점이 있다.

또한, 상기 제어 수단이 제어 파라미터 가변의 피드백 루프식 보상 수단과, 제어 파라미터 가변의 피드 포워드식 보상 수단을 구비하도록 구성해도 좋고, 이와 같이 구성된 경우에는 제어 편차를 저감할 수가 있으며, 액추에이터 목표 속도에 대하여 위치 편차 크기에 관계없이 속도 지령치를 출력할 수 있는 이점이 있다.

또한, 상기 제어 파라미터용 스케줄러가 상기 액추에이터 위치에 따라서 상기 제어 파라미터를 변경할 수 있도록 구성하면 건설 기계의 작업 자세에 따라서 제어 파라미터의 보정을 할 수 있고, 제어 시스템의 안정성 향상, 작업 부재 위치의 정밀도 향상을 도모할 수 있다는 이점이 있다.

또한, 제어 파라미터용 스케줄러가 상기 액추에이터의 부하에 따라서 상기 제어 파라미터를 변경할 수 있도록 구성한 경우에는 건설 기계의 작업 부하에 따라서 제어 파라미터의 보정을 행할 수 있고, 산술과 바와 같이 제어 시스템의 안정성 향상, 작업 부재 위치의 정밀도 향상을 도모할 수 있는 이점이 있다.

또한, 상기 제어 파라미터용 스케줄러가 상기 액추에이터에 관련하는 온도에 따라서 상기 제어 파라미터를 변경할 수 있도록 구성하여도 좋다. 이 경우에는 액추에이터에 관련한 온도 변화를 보상할 수 있어 역시 제어 시스템의 안정성 향상, 작업 부재 위치의 정밀도 향상을 도모할 수 있는 이점이 있다.

또한, 상기 액추에이터에 관련한 온도로서, 상기 액추에이터의 작동용 오일의 온도 또는 제어용 오일의 온도를 사용하는 것이 바람직하다. 이 경우에는, 작업시에 비교적 변화하기 쉬운 작동용 오일 또는 제어용 오일의 온도 변화를 보상할 수 있고, 역시 제어 시스템의 안정성 향상, 작업 부재 위치의 정밀도 향상을 도모할 수 있는 이점이 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체측에 암 부재를 요동 가능하게 지지함과 함께 상기 암 부재의 선단부에 작업 부재를 요동 가능하게 지지하고, 상기 작업 부재 부착 암 부재의 요동을 실린더식 액추에이터의 신축 동작에 의해 각각 행하도록 구성된 건설 기계에 있어서, 상기 작업 부재 부착 암 부재의 목표 동작정보를 조작 레버의 위치에 따라서 설정하는 목표치 설정 수단과, 상기 작업 부재 부착 암 부재의 동작정보를 검출하는 동작정보 검출 수단과, 상기 동작정보 검출 수단에서의 검출 결과와 상기 목표치 설정 수단에 설정된 상기 목표 동작정보를 입력함으로써 상기 작업 부재 부착 암 부재가 목표로 하는 동작상태로 되도록 상기 액추에이터를 제어하는 제어 수단과, 상기 목표 동작정보를 보정하기 위한 보정 정보를 기억하는 보정 정보 기억 수단을 구비하고, 상기 제어 수단이 상기 보정 정보 기억 수단으로부터의 상기 보정 정보로 보정된 보정 목표 동작정보를 사용하여 상기 작업 부재 부착 암 부재가 목표로 하는 동작 상태로 되도록 상기 액추에이터를 제어하기 위해 구성된 것을 특징으로 한다.

이러한 구성에 의하면, 목표 동작정보와 실제 동작 사이의 편차를 극력 배제할 수가 있고, 각 액추에이터 제어 정밀도를 향상시킬 수 있는 이점이 있다. 즉, 목표치 설정 수단에 의해 설정되는 목표 동작정보에 보정 정보 기억 수단으로부터 얻어지는 보정 정보를 가미함으로써 각 액추에이터의 위치 제어나 속도 제어의 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다. 또한, 본 장치에서는 보정 정보 기억 수단을 설치하는 간소한 구성에 의해 비용 증가나 중량 증가가 거의 없다는 이점도 있다.

또한, 상기 보정 정보 기억 수단이 상기 작업 부재 부착 암 부재에 소정의 동작을 행하게 하여 상기 보정 정보를 수집하고 기억하도록 구성할 수 있다.

이와 같이 구성된 경우에는 목표치 설정 수단에 의해 설정되는 각 액추에이터의 목표 동작정보와, 각 액추에이터의 실제 동작정보 사이에 생기는 편차를 시뮬레이션에 의해 얻을 수 있다. 또한, 이 편차를 사용해 목표치 설정 수단이 보정되기 때문에 목표 동작정보와 실제 동작정보와의 편차를 극력 배제할 수가 있고, 작업 부재 부착 암 부재의 작동 제어의 정밀도를 더욱 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

또한, 상기 보정 정보 기억 수단이 상기 작업 부재 부착 암 부재의 다른 동작 모드마다 다른 보정 정보를 기억하도록 구성되며, 상기 제어 수단이 상기 작업 부재 부착 암 부재의 동작 모드에 따라서 얻어진 보정 정보로 보정된 상기 보정 목표 동작정보를 사용하여 상기 작업 부재 부착 암 부재가 목표로 하는 동작 상태로 되도록 상기 액추에이터를 제어하여 구성할 수 있다.

이 경우에는 각 동작 모드마다 목표 동작정보와 실제 동작정보 사이의 편차를 갱신할 수가 있고, 어떤 동작 모드로 제어를 하여도 목표 동작정보와 실제 동작정보와의 편차를 극력 배제하여 제어 정밀도를 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체에 장비된 관절식 암 기구를 구성하는 서로 피봇 부착된 한 쌍 이상의 암 부재를 실린더식 액추에이터로 구동할 때, 검출된 상기 각 암 부재의 자세 정보에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세로 되도록 실린더식 액추에이터를 피드백 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서, 상기 한 쌍의 암 부재 각각이 자신 이외의 다른 암 부재의 제어 시스템에 있어서의 피드백 편차 정보에 따라서 자신의 암 부재의 제어 시스템에 있어서의 피드백 편차 정보를 보정하기 위해 서로 연계하여 제어되도록 구성한 것을 특징으로 한다.

상술한 바와 같이 구성된 본 발명의 제어 장치에서는 상기 한 쌍의 암 부재를 각각 제어할 때 자신 이외의 다른 암 부재의 제어 시스템으로의 피드백 편차 정보에 따라서 자신의 암 부재 제어 시스템으로의 제어 목표치를 보정하면서 각 암 부재를 서로 연계하여 제어하므로, 피드백 편차 정보를 없앤 이상적인 상태로 각 암 부재를 동작시킬 수 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체와 이 건설 기계 본체에 그 한 단부가 피봇 부착되고 그 타단측에는 작업 부재를 가짐과 함께, 관절부를 거쳐서 서로 접속된 한 쌍 이상의 암 부재를 갖는 관절식 암 기구와, 신축 동작을 행함으로써 상기 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액추에이터를 갖는 실린더식 액추에이터 기구와, 상기 각 암 부재의 자세 정보를 검출하는 자세 검출 수단과, 이 자세 검출 수단으로 검출된 검출 결과에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세로 되도록 상기 실린더식 액추에이터를 제어하는 제어 수단을 구비하고, 이 제어 수단이 상기 한 쌍의 암 부재중의 한 쪽 암 부재를 위한 제 1 실린더식 액추에이터를 피드백 제어하는 제 1 제어 시스템과, 상기 한 쌍의 암 부재중 다른 쪽 암 부재를 위한 제 2 실린더식 액추에이터를 피드백 제어하는 제 2 제어 시스템을 구비함과 함께, 이 제 2 제어 시스템에 있어서의 피드백 편차 정보에 따라서 제 1 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하는 제 1 보정 제어 시스템과, 제 1 제어 시스템에 있어서의 피드백 편차 정보에 따라서 제 2 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하는 제 2 보정 제어 시스템을 구비하여 구성된 것을 특징으로 한다.

상술한 바와 같이 구성된 본 발명의 제어 장치에서는 제어 수단(제 1 및 제 2 제어 시스템)이 자세 검출 수단으로 검출된 검출 결과에 따라서 각 암 부재가 소정의 자세가 되도록 상기(제 1 및 제 2) 액추에이터를 제어할 때, 제 1 및 제 2 보정 제어 시스템이 각각 제 2 및 제 1 제어 시스템에서의 피드백 편차 정보에 따라서 자신(제 1 및 제 2)의 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하므로 각 액추에이터 제어 상태를 서로 고려한 제어 목표치의 보정이 행해지고, 각 암 부재는 피드백 편차 정보를 없앤 이상적인 상태로 동작한다.

또한, 자세 검출 수단이 실린더식 액추에이터 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성되는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 본 제어 장치에서는 각 암 부재의 자세 정보를 실린더식 액추에이터의 신축 변위 정보를 검출함으로써 간편하게 검출할 수 있다.

또한, 제 1 보정 제어 시스템에, 제 2 제어 시스템으로의 피드백 편차 정보로부터 제 1 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 제 1 보정치를 발생시키는 제 1 보정치 발생부를 설치함과 함께, 제 2 보정 제어 시스템에, 제 1 제어 시스템에서의 피드백 편차 정보로부터 제 2 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 제 2 보정치를 발생시키는 제 2 보정치 발생부를 설치하도록 구성할 수 있다.

이와 같이 구성된 경우에는 제 1 보정 제어 시스템에, 제 1 보정치 발생부를 설치하고, 제 2 보정 제어 시스템에, 제 2 보정치 발생부를 설치하는 간단한 구성으로, 제 1 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 제 1 보정치, 제 2 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 제 2 보정치를 각각 발생시켜 확실하게 제어 목표치의 보정을 행할 수 있다.

또한, 제 1 보정 제어 시스템에, 상기 제 1 보정치에 대하여 제 1 중량 계수를 부가하는 제 1 중량 계수 부가부를 설치하여 구성하여도 좋다. 이것에 의해, 제 1 보정 제어 시스템으로는 제 1 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 제 1 보정치를 필요에 따라서 가변으로 할 수 있고, 제어 목표치의 보정을 유연하게 행할 수 있다.

또한, 제 2 보정 제어 시스템에, 상기 제 2 보정치에 대하여 제 2 중량 계수를 부가하는 제 2 중량 계수 부가부를 설치하여 구성하여도 좋다. 이것에 의해, 제 2 보정 제어 시스템으로는 제 2 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 제 2 보정치를 필요에 따라서 가변으로 할 수 있어 제어 목표치의 보정을 유연하게 행할 수 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체와, 이 건설 기계 본체에 대하여 일 단부가 회전 동작 가능하게 접속되는 붐과, 이 붐에 대하여 일 단부가 관절부를 거쳐서 회전 동작 가능하게 접속됨과 함께, 선단이 지면을 굴삭하여 내부에 토사를 수용 가능한 버킷을 타단에 피봇 부착되는 스틱과, 상기 건설 기계 본체와 붐 사이에 설치되어 단부 간의 거리가 신축함으로써 붐을 건설 기계 본체에 대하여 회전시키는 붐 유압 실린더와, 상기 붐과 스틱 사이에 장착되어 단부 간의 거리가 신축함으로써 스틱을 붐에 대하여 회전시키는 스틱 유압 실린더와, 붐의 자세 정보를 검출하는 붐 자세 검출 수단과, 스틱의 자세 정보를 검출하는 스틱 자세 검출 수단과, 붐 자세 검출 수단의 검출 결과에 따라서 붐 유압 실린더를 피드백 제어하는 붐 제어 시스템과, 스틱 자세 검출 수단의 검출 결과에 따라서 스틱 유압 실린더를 피드백 제어하는 스틱 제어 시스템과, 이 스틱 제어 시스템에서의 피드백 편차 정보에 따라서 붐 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하는 붐 보정 제어 시스템과, 붐 제어 시스템에서의 피드백 편차 정보에 따라서 스틱 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하는 스틱 보정 제어 시스템을 구비하여 구성된 것을 특징으로 한다.

상술한 바와 같이 구성된 본 발명의 건설 기계의 제어 장치에서는 붐/스틱 제어 시스템에 대응하는 붐/스틱 자세 검출 수단으로 검출된 검출 결과에 따라서 붐/스틱 유압 실린더를 피드백 제어할 때, 붐/스틱 보정 제어 시스템이 각각 스틱/붐 제어 시스템에서의 피드백 편차 정보에 따라서 자신의 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하므로 항상, 각 유압 실린더의 제어 상태를 서로 고려한 제어 목표치의 보정이 행해지고,

붐과 스택은 각각 피드백 편차 정보가 없는 이상적인 상태에서 동작한다.

또한, 붐 자세 검출 수단이 붐 유압 실린더의 신축 변위 정보를 검출하는 붐 유압 실린더 신축 변위 검출 수단으로서 구성될 때, 스택 자세 검출 수단이 스택 유압 실린더의 신축 변위 정보를 검출하는 스택 유압 실린더 신축 변위 검출 수단으로서 구성되는 것이 바람직하다.

이것에 의해, 본 제어 장치에서는 붐/스택의 자세 정보를 붐/스택 유압 실린더의 신축 변위 정보를 검출함으로써 간편하게 검출할 수 있다.

또한, 붐 보정 제어 시스템에, 스택 제어 시스템에서의 피드백 편차 정보로부터 붐 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 붐 보정치를 발생하는 붐 보정치 발생부를 설치함과 함께 상기 스택 보정 제어 시스템에 붐 제어 시스템에서의 피드백 편차 정보로부터 스택 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 스택 보정치를 발생하는 스택 보정치 발생부를 설치하여도 좋다.

그리고, 이러한 간단한 구성에 의해 붐 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 붐 보정치, 스택 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 스택 보정치를 각각 발생시켜 확실하게 제어 목표치의 보정을 행할 수 있다.

또한, 붐 보정 제어 시스템에 상기 붐 보정치에 대하여 붐 중량 계수를 부가하는 붐 중량 계수 부가부를 설치할 수 있다. 이 경우에는 붐 보정 제어 시스템에서는 붐 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 붐 보정치를 필요에 따라서 가변으로 할 수 있고, 제어 목표치의 보정을 유연하게 할 수 있다.

또한, 스택 보정 제어 시스템에, 상기 스택 보정치에 대하여 스택 중량 계수를 부가하는 스택 중량 계수 부가부를 설치하여도 좋다. 이것에 의해, 스택 보정 제어 시스템에서도 스택 제어 시스템의 제어 목표치를 보정하기 위한 스택 보정치를 필요에 따라서 가변으로 할 수 있고, 제어 목표치의 보정을 유연하게 할 수 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체에 장착된 관절식 암 기구를 구성하는 서로 피봇 부착된 한 쌍 이상의 암 부재를 실린더식 액츄에이터로 구동할 때에 암 기구 조작 부재의 조작 위치 정보로부터 얻어진 연산 제어 목표치에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세가 되도록 실린더식 액츄에이터를 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서, 자신 및 자신 이외의 다른 암 부재의 실제 자세 정보로부터 자신의 암 부재를 위한 제어 시스템의 실제 제어 목표치를 구하며, 실제 제어 목표치와 연산 제어 목표치로부터 합성 제어 목표치를 구하고, 이 합성 제어 목표치에 따라서 상기 한 쌍의 암 부재중 소망의 암 부재가 소정의 자세가 되도록 실린더식 액츄에이터를 제어하기 위하여 구성된 것을 특징으로 한다.

이러한 구성에 의해, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치에서는 암 기구 조작부재의 조작 위치 정보로부터 연산에 의해 얻어지는 이상으로 하는 연산 제어 목표치(암 부재를 목표로 하는 자세로 제어하기 위한 이상적인 목표치)와, 각 암 부재의 실제 자세로부터 구한 실제의 자세를 고려한 실제 제어 목표치를 합성한 목표치(합성 제어 목표치)에 따라서 소망의 암 부재의 자세를 제어하므로, 항상 실제 암 부재의 자세를 자동적으로 고려하면서 암 부재의 자세를 제어할 수 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체와 이 건설 기계 본체에 그 한 단부를 피봇 부착하고 그 타단측에 작업 부재를 가짐과 함께, 관절부를 거쳐서 서로 접속된 한 쌍 이상의 암 부재를 갖는 관절식 암 기구와, 신축 동작을 행함으로써 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액츄에이터를 갖는 실린더식 액츄에이터 기구와, 암 기구 조작 부재의 조작 위치 정보로부터 연산 제어 목표치를 구하는 연산 제어 목표치 설정 수단과, 이 연산 제어 목표치 설정 수단으로 얻어진 연산 제어 목표치에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세가 되도록 실린더식 액츄에이터를 제어하는 제어 수단을 구비하고, 또한 이 제어 수단이 한 쌍의 암 부재중 소망의 암 부재에 관해서 자신 및 자신 이외의 다른 암 부재의 실제 자세 정보로부터 자신의 암 부재를 위한 제어 시스템의 실제 목표치를 구하는 실제 제어 목표치 연산 수단과, 이 실제 제어 목표치 연산 수단으로 얻어진 실제 제어 목표치와 연산 제어 목표치 설정 수단으로 얻어진 연산 제어 목표치로부터 합성 제어 목표치를 구하는 합성 제어 목표치 연산 수단과, 이 합성 제어 목표치 연산 수단으로 얻어진 합성 제어 목표치에 따라서 상기 소망의 암 부재가 소정의 자세가 되도록 실린더식 액츄에이터를 제어하는 제어 시스템을 구비하여 구성된 것을 특징으로 한다.

이러한 구성에 의해, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치에서는 암 기구 조작부재의 조작 위치 정보로부터 연산에 의해 얻어지는 이상적인 연산 제어 목표치(암 부재를 목표로 하는 자세로 제어하기 위한 이상적인 목표치)와, 각 암 부재의 실제 자세로부터 구한 실제 자세를 고려한 실제 제어 목표치를 합성한 목표치(합성 제어 목표치)에 따라서 소망의 암 부재를 위한 실린더식 액츄에이터를 제어하기 때문에 항상 실제 암 부재의 자세를 자동적으로 고려하면서 또한 간편하게 암 부재의 자세를 제어할 수 있다.

여기서, 상기 제어 시스템은 상기 합성 제어 목표치 연산 수단으로 얻어진 합성 제어 목표치와 암 부재 자세 검출 수단으로 검출된 상기 각 암 부재의 자세 정보에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세가 되도록 실린더식 액츄에이터를 피드백 제어하도록 구성하면 간단한 구성으로 상기 제어를 실현할 수 있다.

또한, 상기 암 부재 자세 검출 수단은 실린더식 액츄에이터의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성하면 간단하면서 정확하게 암 부재의 실제 자세를 검출할 수가 있다.

또한, 상기 합성 제어 목표치 연산 수단은 실제 제어 목표치 및 연산 제어 목표치에 소정의 중량 정보를 부가하여 합성 제어 목표치를 구하도록 구성하면 상황(암 부재의 실제 자세)에 따라서 실제 제어 목표치 및 연산 제어 목표치 중 어느 것을 중시하여 제어할지를 변경할 수 있다.

또한, 상기 실린더식 액츄에이터를 위한 유압 회로는 실린더식 액츄에이터 신축 변위 속도가 실린더식 액츄에이터에 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 경우에는 실린더식 액츄에이터에서 작용하는 부하에 따라서 실린더식 액츄에이터의 신축 변위 속도가 변화하므로, 상술한 바와 같이 암 부재의 실제 자세를 고려해 실린더식 액츄에이터를 제어하는 것이 특히 유효하다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체와, 이 건설 기계 본체에 대하여 일 단부가 회전 동작 가능하게 접속되는 붐과, 이 붐에 대하여 일 단부가 관절부를 거쳐서 회전 동작 가능하게 접속됨과

함께, 선단이 지면을 굴삭하여 내부에 토사를 수용 가능한 버킷을 타단에 피봇 부착하는 스틱과, 건설 기계 본체와 붐 사이에 설치되어 단부 간의 거리가 신축함으로써 붐을 건설 기계 본체에 대하여 회전시키는 붐 유압 실린더와, 붐과 스틱 사이에 설치되어 단부 간의 거리가 신축함으로써 스틱을 붐에 대하여 회전시키는 스틱 유압 실린더와, 암 기구 조작 부재의 조작 위치 정보로부터 스틱 제어를 위한 스틱 제어 목표치를 구하는 스틱 제어 목표치 설정 수단과, 이 스틱 제어 목표치 설정 수단에서 얻어진 스틱 제어 목표치에 따라서 스틱 유압 실린더를 제어하는 스틱 제어 시스템을 구비함과 함께, 암 기구 조작 부재의 조작 위치 정보로부터 붐 제어를 위한 붐 제어 목표치를 구하는 붐 제어 목표치 설정 수단과, 붐 및 스틱의 실제 자세 정보로부터 붐 제어를 위한 실제 붐 제어 목표치를 구하는 실제 붐 제어 목표치 연산 수단과, 이 실제 붐 제어 목표치 연산 수단에서 얻어진 실제 붐 제어 목표치와 붐 제어 목표치 설정 수단으로 얻어진 붐 제어 목표치로부터 합성 붐 제어 목표치를 구하는 합성 붐 제어 목표치 연산 수단과, 이 합성 붐 제어 목표치 연산 수단에서 얻어진 합성 붐 제어 목표치에 따라서 붐이 소정의 자세가 되도록 붐 유압 실린더를 제어하는 붐 제어 시스템을 구비하여 구성된 것을 특징으로 한다.

이러한 구성에 의해, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치에서는 암 기구 조작부재의 조작 위치 정보로부터 연산에 의해 얻어지는 이상적인 스틱 제어 목표치, 붐 제어 목표치(스틱, 붐을 각각 목표로 하는 자세에 제어하기 위한 이상적인 목표치)와, 스틱 및 붐의 실제 자세로부터 구한 실제 자세를 고려한 붐 제어를 위한 목표치(실제 붐 제어 목표치)를 합성한 목표치(합성 붐 제어 목표치)에 따라서 붐 유압 실린더를 제어하므로, 항상 실제의 붐 및 스틱의 자세를 자동적으로 고려하면서 또한, 간단하게 붐의 자세를 제어할 수 있다.

여기서, 상기 스틱 제어 시스템을 스틱 제어 목표치와 스틱 자세 검출 수단에서 검출된 스틱의 자세 정보에 따라서 스틱 유압 실린더를 피드백 제어하도록 구성함과 함께, 상기 붐 제어 시스템을 합성 붐 제어 목표치와 붐 자세 검출 수단에서 검출된 붐의 자세 정보에 따라서 붐이 소정의 자세가 되도록 붐 유압 실린더를 피드백 제어하도록 구성하면 간단한 구성으로 상기 제어가 실현된다.

또한, 상기 스틱 자세 검출 수단을 스틱 유압 실린더의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성함과 함께, 상기 붐 자세 검출 수단을 붐 유압 실린더의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성하면, 간단하면서도 정확하게 스틱 및 붐의 실제 자세를 검출할 수 있다.

또한, 상기 실제 붐 제어 목표치 연산 수단은 상기 붐 및 스틱의 실제 자세 정보로부터 버킷의 이끝 위치 정보를 연산하는 버킷 이끝 위치 연산부와, 이 버킷 이끝 위치 연산 수단에서 얻어진 버킷의 이끝 위치 정보로부터 실제 붐 제어 목표치를 구하는 실제 붐 제어 목표치 연산부를 구비하여 구성하면, 버킷의 이끝 위치가 소정의 자세(위치)가 되도록 붐(붐 유압 실린더)을 제어할 수 있다.

또한, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단은 실제 붐 제어 목표치 및 붐 제어 목표치에 소정의 중량 정보를 부가하여 합성 붐 제어 목표치를 구하도록 구성하면 상황(붐 및 스틱의 실제 자세)에 따라서 실제 붐 제어 목표치 및 붐 제어 목표치 중 어느 것을 중시하여 제어할지를 변경할 수 있다.

또, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단으로 부가되는 중량 정보가 0 이상 1 이하의 수치를 갖도록 설정하면, 실제 붐 제어 목표치 및 붐 제어 목표치 중 어느 것을 중시할지를 간단하게 변경할 수 있다.

또한, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단은 상기 붐 제어 목표치에 제 1 중량 계수를 부가함과 함께, 상기 실제 붐 제어 목표치에 제 2 중량 계수를 부가하여 합성 붐 제어 목표치를 구하도록 구성하면, 각 목표치의 중량 계수를 붐 및 스틱의 실제 자세에 따라서 개별로 변경할 수 있다.

이 때, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단에 부가되는 상기 제 1 중량 계수 및 제 2 중량 계수가 함께 0 이상 1 이하의 수치를 갖도록 설정하면 각 목표치를 간단하게 변경할 수 있다.

또한, 이 때 상기 제 1 중량 계수 및 제 2 중량 계수의 합이 1이 되도록 설정하면 어느 하나의 중량 계수를 설정하는 것 만으로 실제 붐 제어 목표치 및 붐 제어 목표치 중 어느 것을 중시하는가를 설정할 수 있다.

또, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단에 부가되는 제 1 중량 계수를 스틱 유압 실린더의 신장량이 커질수록 작아지게 설정하면 스틱 유압 실린더의 신장량이 커질수록 실제 붐 제어 목표치를 중시한 제어가 행해진다.

또한, 상기 붐 유압 실린더 및 스틱 유압 실린더를 위한 유압 회로는 각 실린더의 신축 변위 속도가 실린더에 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 경우에는 유압 실린더에 작용하는 부하에 따라서 실린더식 액츄에이터 신축 변위 속도가 변화하므로, 상술한 바와 같이 붐 및 스틱의 실제 자세를 고려하여 유압 실린더를 제어하는 것이 특히 유효하다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 원동기로 구동되는 펌프와 제어 밸브 기구를 적어도 갖는 유체압 회로에 접속되어 펌프로부터의 토출압으로 동작하는 실린더식 액츄에이터로, 건설 기계 본체에 장비된 관절식 암 기구를 구동할 때에 검출된 관절식 암 기구의 자세 정보에 따라서 제어 밸브 기구에 제어 신호를 공급함으로써 관절식 암 기구가 소정의 자세가 되도록 실린더식 액츄에이터를 제어하는 것에 있어서 원동기에서의 펌프의 토출 능력 변동 요인이 검출되면, 그 토출 능력 변동 요인에 따라서 상기 제어 신호를 보정하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

상술한 건설 기계의 제어 장치에서는 원동기에서의 펌프의 토출 능력 변동요인이 검출되면 그 토출 능력 변동 요인에 따라서 제어 밸브 기구에의 제어 신호가 보정되므로, 펌프의 토출 능력 변동 요인이 발생하여도 그 변동에 따른 제어 밸브 기구의 제어가 이루어져서, 그 변동에 신속히 대응하여 실린더식 액츄에이터가 제어되어 그 동작 속도를 확보할 수가 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체와, 이 건설 기계 본체에 그 한 단부가 선회 부착되고, 그 타단측에 작업 부재를 구비함과 함께 관절부를 거쳐서 서로 접속된 한 쌍 이상의 암 부재를 갖는 관절식 암 기구와, 신축 동작을 행함으로써 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액츄에이터를 갖는 실린더식 액츄에이터 기구와, 이 실린더식 액츄에이터 기구에 대하여 작동 유체의 공급배출을 행하여 실린더식 액츄에이터 기구의 실린더식 액츄에이터에 신축 동작을 행하게 하기 위하여 원동기로 구동되는 펌프와

제어 밸브 기구를 적어도 갖는 유압 회로와, 각 암 부재의 자세 정보를 검출하는 자세 검출 수단과, 이 자세 검출 수단에서 검출된 검출 결과에 따라서 각 암 부재가 소정의 자세가 되도록 제어 밸브 기구에 제어 신호를 공급하여 실린더식 액추에이터를 제어하는 제어 수단을 구비함과 함께 원동기에서의 펌프의 토출 능력 변동 요인을 검출하는 변동 요인 검출 수단을 구비하고, 제어 수단에 변동 요인 검출 수단에 의해서 펌프의 토출 능력 변동 요인이 검출되면 그 토출 능력 변동 요인에 따라서 상기 제어 신호를 보정하는 보정 수단을 설치한 것을 특징으로 한다.

이 경우, 원동기를 회전 출력형 원동기로서 구성함과 함께 변동 요인 검출 수단을 원동기의 회전수 정보를 검출하는 수단으로서 구성하고, 또한 보정 수단을 변동 요인 검출 수단에 의해 원동기의 회전수 정보가 변동한 것이 검출되면 이것에 따라서 상기 제어 신호를 보정하도록 구성할 수 있다.

또한, 보정 수단을 원동기의 기준 회전수 정보를 설정하는 기준 회전수 설정수단과, 이 기준 회전수 설정 수단에 설정된 기준 회전수 정보와 변동 요인 검출수단으로 검출된 원동기의 실제 회전수 정보와의 편차를 연산하는 편차 연산 수단과, 이 편차 연산 수단으로 얻어진 편차에 따라서 상기 제어 신호를 보정하기 위한 보정 정보를 연산하는 보정 정보 연산 수단으로 구성할 수 있다.

또한, 보정 정보 연산 수단이 편차 연산 수단으로 얻어진 편차에 따라서 상기 제어 신호를 보정하기 위한 보정 정보를 기억하는 기억 수단을 갖고 구성하여도 좋다.

상술한 건설 기계의 제어 장치에서는 변동 요인 검출 수단에 의해 원동기에서의 펌프의 토출 능력 변동 요인이 검출되면, 보정 수단에 의해 그 토출 능력 변동 요인에 따라서 제어 수단으로부터 제어 밸브 기구에의 제어 신호가 보정되므로 펌프의 토출 능력 변동 요인이 발생하여도 그 변동에 따른 제어 밸브 기구의 제어가 이루어지고, 그 변동에 신속히 대응하여 실린더식 액추에이터가 제어되어 그 동작 속도를 확보할 수 있다.

이 때, 원동기가 회전 출력형 원동기이면 변동 요인 검출 수단에 의해 원동기의 회전수 정보를 검출 하는 것으로, 원동기의 회전수 정보의 변동이 원동기에서의 펌프의 토출 능력 변동 요인으로서 검출되며, 보정 수단으로는 그 원동기의 회전수 정보의 변동에 따라서 상기 제어 신호가 보정된다.

또한, 보정 수단에서는 편차 연산 수단에 의해 기준 회전수 설정 수단에 설정된 기준 회전수 정보와 변동 요인 검출 수단으로 검출된 원동기의 실제 회전수 정보와의 편차가 연산되며, 그 편차에 따라서 보정 정보 연산 수단에 의해 상기 제어 신호를 보정하기 위한 보정 정보가 연산된다.

또한, 편차 연산 수단으로 얻어진 편차에 따라서 상기 제어 신호를 보정하기 위한 보정 정보를 기억 수단에 미리 기억시켜 둬으로써 보정 정보 연산 수단에서는 편차 연산 수단에서 얻어진 편차에 따른 보정 정보를 기억 수단으로부터 판독하여 보정 정보의 산출을 행할 수 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체에 장비된 관절식 암 기구를 구성하는 암 부재를 신축 변위 속도가 부하에 따라 변동하는 실린더식 액추에이터로 구동할 때에 제어 목표치에 따라서 관절식 암 기구가 소정의 자세로 되도록 실린더식 액추에이터를 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서 실린더식 액추에이터의 부하가 소정치 이상인 경우에 제어 목표치를 저감하여 실린더식 액추에이터의 신축 변위 속도를 저감시키도록 실린더식 액추에이터를 제어하기 위해 구성된 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체와, 이 건설 기계 본체에 그 한 단부가 피봇 부착되고 그 타단측에 작업 부재를 가짐과 함께 관절부를 거쳐서 서로 접속된 한 쌍 이상의 암 부재를 갖는 관절식 암 기구와, 신축 변위 속도가 부하에 따라서 변동하도록 신축 동작을 행함으로써 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액추에이터를 갖는 실린더식 액추에이터 기구와, 암 기구 조작 부재의 조작 위치 정보로부터 제어 목표치를 구하는 제어 목표치 설정 수단과, 이 제어 목표치 설정 수단에서 얻어진 제어 목표치에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세가 되도록 실린더식 액추에이터를 제어하는 제어 수단과, 실린더식 액추에이터의 부하 상태를 검출하는 액추에이터 부하 검출 수단을 구비하고, 상기 제어 수단이 액추에이터 부하 검출 수단에서 검출된 실린더식 액추에이터의 부하가 소정치 이상인 경우에, 실린더식 액추에이터의 부하 상태에 따라서 제어 목표치 설정 수단으로 설정된 제어 목표치를 저감시키고 실린더식 액추에이터에 의한 신축 변위 속도를 저감시키는 제 1 보정 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 한다.

상술한 바와 같은 구성에 의하면, 암 부재를 구동하는 실린더식 액추에이터의 부하가 소정치 이상인 경우에 제어 목표치를 저감하여 그 신축 변위 속도를 저감시키도록 이 액추에이터를 제어하므로 액추에이터의 부하가 급격히 빠진(가벼워진) 경우에도 그 신축 변위를 급격히 변동시키지 않고 극히 순조롭게 제어할 수 있고, 이것에 의해 소망의 건설 작업에서의 완성 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다.

또한, 상기 각 암 부재의 자세 정보를 검출하는 자세 검출 수단을 구비함과 함께, 제어 수단이 제어 목표치 설정 수단에서 얻어진 제어 목표치와 자세 검출 수단으로 검출된 상기 각 암 부재의 자세 정보에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세가 되도록 실린더식 액추에이터를 피드백 제어하도록 구성해도 좋다.

이러한 구성에 의하면, 제어 목표치와 암 부재의 자세 정보에 따라서 암 부재가 소정의 자세가 되도록 상기 액추에이터를 피드백 제어하면, 보다 정확하게 암 부재가 소정의 자세가 되도록 제어할 수 있기 때문에, 또한 소망의 건설 작업에서의 완성 정밀도를 향상시킬 수 있다.

또한, 암 부재 자세 검출 수단을 실린더식 액추에이터 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성해도 좋다. 이 경우에는 자세 정보를 극히 간단한 구성으로 간편하게 얻어지므로 본 제어 장치의 간소화에 크게 기여한다.

또한, 제어 수단이 제어 목표치에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세로 되도록 적어도 비례 동작 요소 및 적분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템에서 실린더식 액추에이터를 제어하는 수단으로서 구성됨과 함께, 액추에이터 부하 검출 수단으로 검출된 실린더식 액추에이터 부하가 소정치 이상인 경우에 실린더식 액추에이터 부하 상태에 따라서 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 규제하는 제 2 보정 수단을 갖도록 구성할 수 있다.

여와 같이 구성한 경우에는, 상기 액추에이터 부하가 소정치 이상인 경우에는 그 부하 상태에 따라서 적분

동작 요소에 의한 액츄에이터의 피드백 제어를 규제하도록 하면, 필요 최저한의 액츄에이터의 신축 변위 속도를 비례 동작 요소에 의해 확보(유지)하면서 상기 신축 변위 속도가 적분 동작 요소에 의해 계속 증대하는 것을 확실하게 방지할 수 있다. 따라서 소망의 건설 작업을 고정밀도로 또한, 효율적으로 행할 수 있다.

또한, 제 1 보정 수단이 실린더식 액츄에이터 부하의 증대에 따라서, 제어 목표치의 저감량을 증대시키고 실린더식 액츄에이터에 의한 신축 변위 속도를 저감시키도록 구성해도 좋다. 이 경우에는 간단한 설정으로 극히 순조롭게 액츄에이터 신축 변위 속도를 저감(변화)시킬 수 있기 때문에 본 제어 장치의 간소화와 성능 향상에 크게 기여한다.

또한, 제 2 보정 수단이 실린더식 액츄에이터 부하의 증대에 따라서 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어의 규제량을 증대시키도록 구성해도 좋다. 이것에 의해 간단한 설정으로 극히 신속히 적분 동작 요소에 의한 액츄에이터 신축 변위 속도의 증대를 억제할 수 있기 때문에, 이 경우도 본 제어 장치의 간소화와 성능 향상에 크게 기여한다.

또한, 제어 수단이 액츄에이터 부하 검출 수단에서 검출된 실린더식 액츄에이터의 부하가 소정치 이상의 상태에서부터 소정치보다 작은 상태로 되는 과도 상태에서는 액츄에이터 부하 검출 수단에서 얻어진 검출 결과의 변화를 완만하게 하는 적분 수단을 통하여 얻어진 결과에 따라서, 실린더식 액츄에이터에 의한 신축 변위 속도를 증대시키는 제 3 보정 수단을 구비하도록 구성할 수 있다.

이러한 구성에 의하면, 액츄에이터의 부하가 갑자기 빠진 경우에도 그 신축 변위 속도를 완만히 증대시킬 수 있기 때문에, 임 부재를 극히 순조롭게 제어하여 소망의 건설 작업의 완성 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체와 이 건설 기계 본체에 대하여 일 단부가 회전 동작 가능하게 접속되는 몸과, 이 몸에 대하여 일 단부가 관절부를 거쳐 회전 동작 가능하게 접속됨과 함께 선단이 지면을 굴삭하여 내부에 토사를 수용 가능한 버킷을 타단에 피봇 부착하는 스택과, 건설 기계 본체와 몸 사이에 설치되고, 단부 간의 거리가 신축함으로써 몸을 건설 기계 본체에 대하여 회전시키는 붐 유압 실린더와, 붐과 스택 사이에 설치되어 단부 간의 거리가 신축함으로써 스택을 몸에 대하여 회전시킨다. 스택 유압 실린더와 암 기구 조작 부재의 조작 위치 정보로부터 제어 목표치를 구하는 제어 목표치 설정 수단과 이 제어 목표치 설정 수단에서 얻어진 제어 목표치에 따라서 버킷이 소정의 이동 속도로 이동하도록 상기 붐 유압 실린더 및 스택 유압 실린더를 제어하는 제어 수단과 상기 붐 유압 실린더 또는 스택 유압 실린더의 부하 상태를 검출하는 유압 실린더 부하 검출 수단을 구비하고, 제어 수단이 유압 실린더 부하 검출 수단으로 검출된 어느 실린더 부하가 소정치 이상인 경우에 실린더 부하 상태에 따라서 제어 목표치 설정 수단에 설정된 제어 목표치를 저감시키고 상기 붐 유압 실린더 및 스택 유압 실린더에 의한 버킷 이동 속도를 저감시키는 제 4 보정 수단을 갖고 있는 것을 특징으로 한다.

이러한 구성에 의해, 각 유압 실린더의 부하가 소정치 이상인 경우에 제어 목표치를 저감하여 그 신축 변위 속도를 저감시키도록 이 유압 실린더를 제어하므로 유압 실린더의 부하가 급격히 빠진(가벼워진) 경우에도, 그 신축 변위를 급격히 변동시키지 않고 극히 순조롭게 제어할 수가 있고, 이것에 의해, 목표하는 건설 작업에서의 완성 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다.

또한, 붐의 자세 정보를 검출하는 붐 자세 검출 수단과, 스택의 자세 정보를 검출하는 스택 자세 검출 수단을 구비함과 함께, 제어 수단이 제어 목표치 설정 수단으로 얻어진 제어 목표치와, 상기 붐 자세 검출 수단 및 스택 자세 검출 수단에서 검출된 상기 붐 스택의 자세 정보에 따라서 버킷이 소정의 이동 속도로 이동하도록 상기 붐 유압 실린더 및 스택 유압 실린더를 피드백 제어하도록 구성해도 좋다.

이 경우에는 제어 목표치와 붐, 스택의 자세 정보에 따라서 버킷이 소정의 이동 속도로 이동하도록 유압 실린더를 피드백 제어하면 보다 정확히 붐, 스택이 소정의 자세가 되도록 제어할 수 있으므로, 또한 소망의 건설 작업에서의 완성 정밀도를 향상시킬 수 있다.

또한, 스택 자세 검출 수단을 스택 유압 실린더의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성함과 함께, 붐 자세 검출 수단을 붐 유압 실린더의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 정보 검출 수단으로서 구성해도 좋다. 이것에 의해 자세 정보를 극히 간단한 구성으로 간편하게 얻을 수 있으므로 본 제어 장치의 간소화에 크게 기여한다.

또한, 제어 수단을 제어 목표치에 따라서 버킷이 소정의 이동 속도로 이동하도록 적어도 비례 동작 요소 및 적분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템에서 상기 붐 유압 실린더 및 스택 유압 실린더를 제어하는 수단으로서 구성함과 함께 유압 실린더 부하 검출 수단에서 검출된 어느 실린더 부하가 소정치 이상인 경우에 실린더 부하 상태에 따라서 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 규제하는 제 5 보정 수단을 갖도록 구성해도 좋다.

이 경우에는 필요 최저한의 유압 실린더의 신축 변위 속도를 비례 동작 요소에 의해 확보(유지)하면서, 상기 신축 변위 속도가 적분 동작 요소에 의해 계속 증대하는 것을 확실하게 방지할 수 있다. 따라서 소망의 건설 작업을 고정밀도로 또한, 효율적으로 행할 수 있다.

또한, 제 4 보정 수단이 실린더 부하의 증대에 따라 제어 목표치의 저감량을 증대시키고 버킷 이동 속도를 저감시키도록 구성한 경우에는 간단한 설정으로 극히 순조롭게 버킷 이동 속도를 저감(변위)시킬 수 있기 때문에 본 제어 장치의 간소화와 성능 향상에 크게 기여한다.

또한, 제 5 보정 수단이 실린더 부하의 증대에 따라서 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어의 규제량을 증대시키도록 구성한 경우에는 간단한 설정으로 극히 신속히 적분 동작 요소에 의한 버킷 이동 속도의 증대를 억제할 수 있기 때문에, 이 경우도 본 제어 장치의 간소화와 성능 향상에 크게 기여한다.

또한, 제어 수단이 유압 실린더 부하 검출 수단에서 검출된 어느 실린더 부하가 소정치 이상의 상태에서부터 소정치보다 작은 상태로 되는 과도 상태에서는 유압 실린더 부하 검출 수단에서 얻어진 검출 결과의 변화를 완만하게 하는 적분 수단을 통해 얻어진 결과에 따라서 상기 붐 유압 실린더 및 스택 유압 실린더에 의

한 버킷 이동 속도를 증대시키는 제 6 보정 수단을 구비하도록 구성해도 좋다.

이와 같이 구성한 경우에는, 유압 실린더의 부하가 갑자기 빠진 경우라도 버킷 이동 속도를 원만히 증대시킬 수 있기 때문에 암 부재를 극히 순조롭게 제어하여 소망의 건설 작업의 완성 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다.

또한, 상기 적분 수단으로서 로우패스 필터를 사용하면 극히 간단한 구성으로 또한 용이하게 상기 제어를 실현할 수 있다.

또한, 본 제어 장치는 상기 액추에이터(유압 실린더)를 위한 액압 회로(유압 회로)가 액추에이터(유압 실린더)의 신축 변위 속도가 그 액추에이터(유압 실린더)에 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 경우에 극히 유효하고, 항상 액추에이터(유압 실린더)의 신축 변위를 급격히 변동시키지 않고 극히 순조롭게 제어할 수가 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체에 장비된 관절식 암 기구 선단에 피봇 부착된 작업 부재를 실린더식 액추에이터로 구동할 때에 조작 부재의 조작 위치 정보로부터 구해진 제어 목표치에 따라서 작업 부재가 소정의 자세로 되도록 비례 동작 요소, 적분 동작 요소 및 미분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템으로 실린더식 액추에이터를 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서, 조작 부재의 조작 위치가 비동작 위치이고, 또한, 피드백 제어 시스템의 제어 편차가 소정치 이상이라는 제 1 조건을 만족시키는 경우에는 상기 비례 동작 요소, 미분 동작 요소 및 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 실시하는 한편, 상기 제 1 조건을 만족시키지 않는 경우에는 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 금지하여 상기 비례동작 요소 및 미분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 실시하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 건설 기계 본체와, 이 건설 기계 본체에 관절식 암 기구를 거쳐서 설치된 작업 부재와, 신축 동작을 행함으로써 작업 부재를 구동하는 실린더식 액추에이터를 갖는 실린더식 액추에이터 기구와, 조작 부재의 조작 위치 정보로부터 제어 목표치를 구하는 제어 목표치 설정 수단과, 작업 부재의 자세 정보를 검출하는 자세 검출 수단과, 제어 목표치 설정 수단에서 얻어진 제어 목표치와 자세 검출 수단에서 검출된 작업 부재의 자세 정보에 따라서 작업 부재가 소정의 자세가 되도록 비례 동작 요소, 적분 동작 요소 및 미분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템에서 실린더식 액추에이터를 제어하는 제어 수단과, 조작 부재의 조작 위치가 비동작 위치인지 여편지를 검출하는 조작 위치 검출 수단과, 피드백 제어 시스템의 제어 편차가 소정치 이상인지 여편지를 검출하는 제어 편차 검출 수단을 구비하고, 제어 수단이 조작 위치 검출 수단에 의해 검출된 조작 부재의 조작 위치가 비동작 위치이고, 또한 제어 편차 검출 수단에 의해서 검출된 피드백 제어 시스템의 제어 편차가 소정치 이상이라는 제 1 조건을 만족시키는 경우에는, 상기 비례 동작 요소, 미분 동작 요소 및 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 실시하는 제 1 제어 수단과, 상기 제 1 조건을 만족시키지 않는 경우에는 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 금지하고 상기 비례 동작 요소 및 미분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 실시하는 제 2 제어 수단을 구비하여 구성된 것을 특징으로 한다.

또한, 자세 검출 수단을 실린더식 액추에이터의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성해도 좋다.

또한, 관절식 암 기구를 서로 관절부를 거쳐서 피봇 부착한 붐 및 스택으로 이루어지고, 또한 작업 부재가 스택에 피봇 부착됨과 함께 선단이 지면을 굴삭하여 내부에 토사를 수용 가능한 버킷으로서 구성해도 좋다.

이러한 구성에 의해, 조작 부재가 동작 위치에 있는 동안은 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어가 금지되므로 적분 동작 요소에 기인하여 실린더식 액추에이터의 제어 목표치가 크게 변동하는 것을 억제할 수 있다. 따라서 조작 부재가 비동작 위치에서 또한 제어 편차가 소정치 이상인 경우에, 비례 동작 요소 및 미분 동작 요소에 의한 피드백 제어에 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 가하면 비례 동작 요소 및 미분 동작 요소에 의한 피드백 제어만으로는 완전히 제로로 할 수 없는 제어 편차를 극히 신속히 제로에 가깝게 할 수 있기 때문에, 작업 부재를 빠르고 정확하게 소망의 자세에 제어하는 것이 가능하며, 매우 정밀도 높은 작업 부재를 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 제어 장치를 탑재한 유압 셔블을 도시하는 모식도.
- 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 제어 시스템 구성을 개략적으로 도시하는 도면.
- 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 제어 장치 제어 시스템의 전체 구성을 개략적으로 도시하는 도면.
- 도 4는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 제어 시스템의 전체 구성을 도시하는 도면.
- 도 5는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 제어 장치의 블록선도.
- 도 6은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 제어 장치의 주요부를 도시하는 모식적인 블록도.
- 도 7은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 제어 장치의 제어 특성을 도시하는 도면.
- 도 8은 본 발명의 제 1 실시예가 적용되는 유압 셔블의 동작 부분의 개략도.
- 도 9는 본 발명의 제 1 실시예가 적용되는 유압 셔블의 동작을 도시하는 개략도.
- 도 10은 본 발명의 제 1 실시예가 적용되는 유압 셔블의 동작을 도시하는 개략도.
- 도 11은 본 발명의 제 1 실시예가 적용되는 유압 셔블의 동작을 도시하는 개략도.
- 도 12는 본 발명의 제 1 실시예가 적용되는 유압 셔블의 동작을 도시하는 개략도.

- 도 13은 본 발명의 제 1 실시예가 적용되는 유압 셔블의 동작을 도시하는 개략도.
- 도 14는 종래의 일반적인 유압 셔블의 개략 구성을 도시하는 도면.
- 도 15은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 주요부 제어 블록도.
- 도 16은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 제어 장치의 제어 개인 보정의 특성을 설명하기 위한 도면.
- 도 17는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 제어 장치의 제어 개인의 보정 특성을 설명하기 위한 도면.
- 도 18은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 제어 장치의 제어 개인의 보정 특성을 설명하기 위한 도면.
- 도 19는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 제어 장치의 제어 개인의 보정 특성을 설명하기 위한 도면.
- 도 20은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 주요부 제어 블록도.
- 도 21은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 주요부 기능에 착목한 제어 블록도.
- 도 22a는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 동작을 설명하기 위한 도면으로서, 목표 실린더 위치와 실제 실린더 위치의 편차의 일례를 도시하는 도면.
- 도 22b는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 동작을 설명하기 위한 도면으로서, 목표치의 수정예를 도시하는 도면.
- 도 23은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 제어 시스템의 전체 구성을 도시하는 도면.
- 도 24는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 주요부 제어 블록도.
- 도 25는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 주요부 제어 블록도.
- 도 26은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 중량 계수 부가부의 특성을 설명하기 위한 도면.
- 도 27은 본 발명의 제 5 실시예에 따른 주요부 제어 블록도.
- 도 28은 본 발명의 제 5 실시예에 따른 중량 계수의 설정예를 도시하는 도면.
- 도 29는 본 발명의 제 6 실시예에 따른 제어 장치의 전체 구성을 개략적으로 도시하는 블록도.
- 도 30은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 제어 장치에서의 보정 회로의 기능적인 구성을 도시하는 블록도.
- 도 31는 본 발명의 제 7 실시예에 따른 주요부 제어 블록도.
- 도 32는 본 발명의 제 7 실시예에 따른 목표 실린더 속도 보정부의 특성을 설명하기 위한 도면.
- 도 33은 본 발명의 제 7 실시예에 따른 1 개인 보정부의 특성을 설명하기 위한 도면.
- 도 34는 본 발명의 제 8 실시예에 따른 주요부 제어 블록도.
- 도 35는 본 발명의 제 8 실시예에 따른 주요부 제어 블록도.
- 도 36는 본 발명의 제 8 실시예가 적용되는 유압 셔블의 동작 부분의 개략도.

실시예

이하, 도면에 의해 본 발명의 실시예에 관해서 설명한다.

(1) 제 1 실시예의 설명

우선, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치에 관해서 설명하면, 본 실시예의 건설 기계의 제어 장치는 반자동 제어 모드시의 작업 개시시나 작업 종료시에 조작 레버 등이 급조작되어도 유압 실린더로의 지령치의 변화가 순조롭게 되도록 한 것이다.

여기서 본 실시예에 따른 건설 기계로서의 유압 셔블은 도 1에 도시하는 바와 같이 좌우에 무한 케도부(500A)를 갖는 하부 주행체(500)상에 운전 조작실(600) 부착 상부 선회체(건설 기계 본체)(100)가 수평면 내에서 회전 가능하게 설치되어 있다.

그리고, 이 상부 선회체(100)에 대하여 일 단부가 회전 동작 가능하게 접속되는 붐(암 부재)(200)가 설치되고, 또한 붐(200)에 대하여 일단부가 관절부를 거쳐서 회전 동작 가능하게 접속되는 스택(암 부재)(300)가 설치되어 있다.

또한, 스택(300)에 대하여 일 단부가 관절부를 거쳐서 회전 동작 가능하게 접속되고, 선단이 지면을 굴삭하여 내부에 토사를 수용 가능한 버킷(작업 부재)(400)이 설치되어 있다.

이와 같이 본 실시예에서는 붐(200), 스택(300) 및 버킷(400)에 의해 관절식 암 기구가 구성된다. 즉, 상부 선회체(100)에 그 한 단부를 피봇 부착하고 그 타단측에 버킷(400)을 가짐과 함께 관절부를 거쳐서 서로 접속된 한 쌍 이상의 암(붐(200), 스택(300))을 갖는 관절식 암 기구가 구성된다.

또한, 실린더식 액추에이터로서의 붐 유압 실린더(120), 스택 유압 실린더(121), 버킷 유압 실린더(122)(이하, 붐 유압 실린더(120)를 붐 실린더(120) 또는 단지 실린더(120)라고 하며, 스택 유압 실린더(121)를 스택 실린더(121) 또는 단지 실린더(121)라고 하고, 버킷 유압 실린더(122)를 버킷 실린더(122) 또는 단지 실린더(122)라고 한다)가 설치되어 있다.

여기서 붐 실린더(120)는 그 일 단부가 상부 선회체(100)에 대하여 회전 동작 가능하게 접속됨과 함께, 타단이 붐(200)에 대하여 회전 동작 가능하게 접속되어 있다. 즉, 붐 실린더(120)는 상부 선회체(100)와 붐(200) 사이에 설치되고 단위 간의 거리가 신축함으로써, 붐(200)을 상부 선회체(100)에 대하여 회전 동작

시킬 수 있다.

또한, 스틱 실린더(121)는 그 일단부가 붐(200)에 대하여 회전 동작 가능하게 접속됨과 함께 타단이 스틱(300)에 대하여 회전 동작 가능하게 접속되어 있다. 즉, 스틱 실린더(121)는 붐(200)과 스틱(300) 사이에 피봇 부착되고 단부 간의 거리가 신축함으로써 스틱(300)을 붐(200)에 대하여 회전 동작시킬 수가 있다.

또한, 버킷 실린더(122)는 그 일 단부가 스틱(300)에 대하여 회전 동작 가능하게 접속됨과 함께 타단이 버킷(400)에 대하여 회전 동작 가능하게 접속되어 있다. 즉, 버킷 실린더(122)는 스틱(300)과 버킷(400) 사이에 장비되어 단부 간의 거리가 신축함으로써 버킷(400)을 스틱(300)에 대하여 회전 동작시킬 수 있다. 또한, 버킷 유압 실린더(122)의 선단부에는 램 기구(130)가 설치되어 있다.

여와 같이 상기 각 실린더(120 내지 122)로 신축 동작을 행함으로써 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액추에이터를 갖는 실린더식 액추에이터 기구가 구성된다.

또한, 도시하지 않지만, 좌우의 무한 캐도부(500A)를 각각 구동하는 모터나 상부 선회체(100)를 선회 구동하는 선회 모터도 설치되어 있다.

그런데, 도 2에 도시하는 바와 같이, 실린더(120 내지 122)나 상기 유압 모터나 선회 모터를 위한 유압 회로(流體壓回路)가 설치되어 있고, 이 유압 회로에는 엔진(700)에 의해서 구동되는 펌프(51, 52)나 주제어 밸브(main control valve)(13, 14, 15) 등이 장착되어 있다.

또한, 주제어 밸브(13, 14, 15)를 제어하기 위해서, 파일럿 유압 회로가 설치되어 있고, 이 파일럿 유압 회로에는 엔진(700)에 의해서 구동되는 파일럿 펌프(50), 전자 비례 밸브(3A, 3B, 3C), 전자 전환 밸브(4A, 4B, 4C), 선택터 밸브(18A, 18B, 18C) 등이 장착되어 있다. 또한, 도 2에 있어서 각 구성 요소관을 접속하는 라인이 실선인 경우에는 그 라인이 전기 계통인 것을 나타내며, 각 구성 요소관을 접속하는 라인이 점선인 경우에는 그 라인이 유압 계통인 것을 나타낸다.

그런데, 전자 비례 밸브(3A, 3B, 3C)를 거쳐서 주제어 밸브(13, 14, 15)를 제어함으로써 제어하고 싶은 모드에 따라서 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)이 소망의 신축 변위가 되도록 제어하는 컨트롤러(제어 수단)(1)이 설치되어 있다. 또한, 이 컨트롤러(1)는 마이크로 프로세서, ROM이나 RAM 등의 메모리, 적당한 입출력 인터페이스 등으로 구성된다.

그리고, 이 컨트롤러(1)에는 여러가지의 센서로부터의 검출 신호(설정 신호를 포함한다)가 입력되어 있고, 컨트롤러(1)는 이들의 센서로부터의 검출 신호에 따라서 상기 제어를 실행하도록 되어 있다. 또한, 이러한 컨트롤러(1)에 의한 제어를 반자동 제어라고 말하지만, 반자동 굴삭 모드에 있어서도 굴삭 중에 수동으로 버킷 각 및 목표 법면 높이의 미조정은 가능하다.

상기 반자동 제어의 모드로서는 버킷각 제어 모드(도 9 참조), 법면 굴삭 모드(버킷 이끝 직선 굴삭 모드 또는 레이킹 모드)(도 10 참조), 법면 굴삭 모드와 버킷각 제어 모드를 조합한 스무딩 모드(도 11 참조), 버킷각 자동 복귀 모드(오토리턴 모드)(도 12참조) 등이 있다.

여기서 버킷각 제어 모드는 도 9에 도시하는 바와 같이, 스틱(300) 및 붐(200)을 움직이더라도 버킷(400)의 수평 방향(수직 방향)에 대한 각도(버킷각)가 항상 일정하게 유지되는 모드로, 이 모드는 도 2에 도시하는 디스플레이 스위치 패널, 또는 목표 법면각 설정기 부착 모니터 패널(10, 이하, 단지 모니터 패널이라고 한다) 상의 버킷각 제어 스위치를 온(ON)으로 하면 실행된다. 또한, 버킷(400)이 수동으로 움직였을 때, 이 모드는 해제되며 버킷(400)이 멈춘 시점에서의 버킷각이 새로운 버킷 유지각으로서 기억된다.

법면 굴삭 모드는 도 10에 도시하는 바와 같이 버킷(400)의 이끝(112)이 직선적으로 움직이는 모드이다. 단지, 이 경우는 버킷 실린더(122)는 작동하지 않고, 따라서 버킷(400)의 이동에 따라 버킷각(Φ)(법면에 대한 버킷(400)의 이끝(112)의 각도)가 변화한다.

법면 굴삭 모드 + 버킷각 제어 모드(스무딩 모드)는 도 11에 도시하는 바와 같이 버킷(400)의 이끝(112)이 직선적으로 움직이는 모드이고, 버킷각(Φ)도 굴삭중 일정하게 유지된다.

버킷 자동 복귀 모드는 도 12에 도시하는 바와 같이 버킷각이 미리 설정된 각도에 자동적으로 복귀하는 모드이고, 복귀 버킷각은 모니터 패널(10)에 의해서 설정된다. 이 모드는 조작 레버(6)상의 버킷 자동 복귀 스타트 스위치(7)를 온으로 하면 개시되고, 버킷(400)이 미리 설정된 각도까지 복귀한 시점에서 이 모드는 해제된다. 또한, 조작 레버(6)는 붐(200) 및 버킷(400)의 양쪽을 조작하기 위한 조작 부재이고, 이하, 붐 조작 레버 또는 붐/버킷 조작 레버라고 한다.

또한, 상기 법면 굴삭 모드 및 스무딩 모드는 모니터 패널(10)상의 반자동 제어 스위치를 온으로 하고, 또한 스틱 조작 레버(8)상의 법면 굴삭 스위치(9)를 온으로 하여 스틱 조작 레버(8)와 붐/버킷 조작 레버(6)의 양쪽 또는 어느 한쪽이 움직였을 때에 개시된다. 또한, 목표 법면각은 모니터 패널(10)상의 스위치 조작으로 설정된다.

또한, 법면 굴삭 모드, 스무딩 모드에서는 스틱 조작 레버(8)의 조작량에 의해 목표 법면각에 대하여 평행 방향의 버킷 이끝 이동 속도가 설정되고 붐/버킷 조작 레버(6)의 조작량에 의해 목표 법면각에 대하여 수직 방향의 버킷 이끝 이동 속도가 설정된다.

따라서 스틱 조작 레버(8)를 조작하면 목표 법면각을 따라 버킷 이끝(112)이 직선 이동을 개시하여 굴삭 중에 붐/버킷 조작 레버(6)를 움직임으로써 수동에 의한 목표 법면 높이의 미조정이 가능해 진다.

또한, 스틱 조작 레버(8)와 붐/버킷 조작 레버(6)를 동시에 조작한 경우는 설정 사면(법면)에 대하여 평행 및 수직 방향의 합성 벡터에 의해 버킷 이끝(112)의 이동 방향과 그 속도가 결정된다.

또한, 법면 굴삭 모드, 스무딩 모드로서는 붐/버킷 조작 레버(6)를 조작함으로써 굴삭 중의 버킷각을 미조정하는 외에, 목표 법면 높이도 변경할 수 있다. 즉, 이 반자동 굴삭 모드에 있어서도 굴삭 중에 수동으로 버킷각 및 목표 법면 높이의 미조정을 행할 수 있다.

또한, 이 시스템에서는 수동 모드도 가능하지만, 이 수동 모드에서는 종래의 유압 서블과 동등한 조작이 가능해지는 외에 버킷 이빨(112)의 좌표 표시가 가능하다.

또한, 반자동 제어 시스템 전체의 서비스·메인테넌스를 행하기 위한 서비스 모드도 준비되어 있고, 이 서비스 모드는 콘트롤러(1)에 외부 터미널(2)을 접속함으로써 행해진다. 그리고, 이 서비스 모드에 의해서 제어 계인의 조정이나 각 센서의 초기화 등이 행해진다.

그런데, 콘트롤러(1)에 접속되는 각종 센서로서 도 2에 도시하는 바와 같이 압력 스위치(16), 압력 센서(19, 28A, 28B), 리줄버(각도 센서)(20 내지 22), 경사각 센서(24) 등이 설치되어 있고, 또한 콘트롤러(1)에는 엔진 펌프 콘트롤러(27)나 온-오프 스위치(7, 9)나 모니터 패널(10)이 접속되어 있다. 또한, 외부 터미널(2)은 제어 계인의 조정이나 각 센서의 초기화 등에 콘트롤러(1)에 접속된다.

또한, 엔진 펌프 콘트롤러(27)는 엔진 회전수 센서(23)로부터의 엔진 회전수 정보를 받아서 엔진(700)을 제어하는 것으로, 콘트롤러(1)와의 사이에서 협조 정보를 서로 교환할 수 있도록 되어 있다. 또한, 리줄버(20 내지 22)에서의 검출 신호는 신호 변환기(변환 수단)(26)를 거쳐 콘트롤러(1)에 입력된다.

압력 센서(19)는 스틱(300)용 조작 레버(8) 및 붐(200)용 조작 레버(6)로부터 주재어 밸브(13, 14, 15)에 접속된 파일럿 배관에 설치되어 있고, 파일럿 배관내의 파일럿 유압을 검출하는 센서이다. 이러한 파일럿 배관내의 파일럿 유압은 조작 레버(6, 8)의 조작량에 의해 변화하기 때문에, 이 유압을 계속함으로 조작 레버(6, 8)의 조작량을 추정할 수 있도록 되어 있다.

압력 센서(28A, 28B)는 붐 실린더(120) 및 스틱 실린더(121)에 공급되는 유압을 검출함으로써 각 실린더(120, 121)의 신축 상태를 검출한다.

압력 스위치(16)는 조작 레버(6, 8)의 파일럿 배관에 셀렉터(17) 등을 거쳐서 설치되어 있고, 조작 레버(6, 8)의 조작 위치가 중립인지 아닌지를 검출하기 위한 중립 검출용 스위치로서 설치되어 있다. 그리고, 조작 레버(6, 8)가 중립 상태일 때에는, 압력 스위치(16)의 출력이 오프가 되고, 조작 레버(6, 8)가 조작되면(비중립 상태일 때), 압력 스위치(16)의 출력이 온으로 된다. 또한, 이 압력 스위치(16)는 상기 압력 센서(19)의 이상 검출이나 수동/반자동 제어 모드의 전환용으로서도 이용된다.

리줄버(20)는 붐(200)의 건설 기계 본체(100)에의 피봇 부착부(관절부)에 설치되고, 붐(200)의 자세를 검출하는(모니터하는) 제 1 각도 센서로서 기능한다. 또한, 리줄버(21)는 스틱(300)의 붐(200)으로의 피봇 장착부(관절부)에 설치되고, 스틱(300)의 자세를 검출하는(모니터하는)제 2 각도 센서로서 기능한다. 또한, 리줄버(22)는 링기구 피봇 부착부에 설치되어 버킷(400)의 자세를 검출하는(모니터하는) 제 3 각도 센서로서 기능하는 것으로, 이들의 리줄버(20 내지 22)에 의해, 암 기구의 자세를 각도 정보에서 검출하는 각도 검출 수단이 구성된다.

신호 변환기(변환 수단)(26)는 리줄버(20)에서 얻어진 각도 정보를 붐 실린더(120)의 신축 변위 정보로 변환하고, 리줄버(21)에서 얻어진 각도 정보를 스틱 실린더(121)의 신축 변위 정보로 변환하고, 리줄버(22)에서 얻어진 각도 정보를 버킷 실린더(122)의 신축 변위 정보로 변환하는, 즉, 리줄버(20 내지 22)에서 얻어진 각도 정보를 대응하는 실린더(120 내지 122)의 신축 변위 정보로 변환하는 것으로, 이를 위해, 이 신호 변환기(26)는 각 리줄버(20 내지 22)로부터 신호를 받는 입력 인터페이스(26A), 각 리줄버(20 내지 22)에서 얻어진 각도 정보에 대응하는 실린더(120 내지 122)의 신축 변위 정보를 기억하는 룩 업 테이블(26B-1)를 포함하는 메모리(26B), 각 리줄버(20 내지 22)에서 얻어진 각도 정보에 대응하는 실린더(120 내지 122)의 신축 변위 정보를 구하여 실린더 신축 변위 정보를 콘트롤러(1)에 통신할 수 있는 주 연산 장치(CPU)(26C), 주 연산 장치(CPU)(26C)로부터의 실린더 신축 변위 정보를 송출하는 출력 인터페이스(26D) 등을 구비하여 구성된다.

그런데, 각 리줄버(20 내지 22)에서 얻어진 각도 정보(θ_{bm} , θ_{st} , θ_{bk})에 대응하는 실린더(120 내지 122)의 신축 변위 정보(λ_{bm} , λ_{st} , λ_{bk})는 여현 정리를 사용하여 다음식으로 구할 수 있다.

$$\lambda_{bm} = [L_{101102}^2 + L_{101111}^2 - 2L_{101102} \cdot L_{101111} \cos(\theta_{bm} + A_{xbm})]^{1/2} \cdot \dots (1-1)$$

$$\lambda_{st} = [L_{103104}^2 + L_{104105}^2 - 2L_{103104} \cdot L_{104105} \cos \theta_{st}]^{1/2} \cdot \dots (1-2)$$

$$\lambda_{bk} = [L_{106107}^2 + L_{107108}^2 - 2L_{106107} \cdot L_{107108} \cos \theta_{bk}]^{1/2} \cdot \dots (1-3)$$

여기서, 상기 식에 있어서 L_{ij} 는 고정 길이, A_{xbm} 은 고정 각도를 나타내며, L 의 첨자 ij 는 점점 i , j 간의 정보를 갖는다. 예를 들면 L_{101102} 은 점점(101)과 점점(102)과의 거리를 나타낸다. 또한, 여기서는 점점(101)의 위치를 xy 좌표의 원점으로 한다(도 8 참조).

물론, 각 리줄버(20 내지 22)에서 각도 정보(θ_{bm} , θ_{st} , θ_{bk})가 얻어질 때 마다, 상기 식을 연산 수단(예를 들면 CPU 26C)으로 연산할 수 있다. 이 경우는 CPU(26C)가 각 리줄버(20 내지 22)에서 얻어진 각도 정보로부터 각도 정보에 대응하는 실린더(120 내지 122)의 신축 변위 정보를 연산에 의해 구하는 연산 수단을 구성하게 된다.

또한, 신호 변환기(26)에서 변환된 신호는 반자동 제어시의 피드백 제어용에 이용되는 외에 버킷 이빨(112)의 위치 계속/표시용 좌표를 계속하기 위해서도 이용된다.

또한, 반자동 제어 모드에 있어서의 버킷 이빨(112)의 위치는 유압 서블의 상부 선회체(100)의 어느 1점을 원점으로서 연산되지만, 상부 선회체(100)가 프론트 링케이지 방향으로 경사하였을 때, 제어 연산상의 좌표계를 차량 경사분만 보정하는 것이 필요하다. 경사 센서(24)는 이 좌표계를 보정하기 위해서 설치되어 있다.

또한, 상술한 바와 같이 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)는 콘트롤러(1)로부터의 제어 신호를 받아 파일럿 펌프(50)로부터 공급되는 유압을 제어하도록 되어 있고, 이 유압을 전환 밸브(4A 내지 4C) 또는 셀렉터 밸브

(18A 내지 18C)를 통해서 주재어 밸브(13, 14, 15)에 작용시킴으로써 주재어 밸브(13, 14, 15)의 스톱 위치가 제어되어 목표 실린더 속도가 얻어진다.

또한, 전환 밸브(4A 내지 4C)를 수동 모드측으로 전환함으로써 수동에 의해 각 실린더(120 내지 121)를 제어할 수 있다.

또한, 스틱 합류 조정 비례 밸브(11)는 목표 실린더 속도에 따른 유량을 얻기위해서 2개의 펌프(51, 52)의 합류 정도(合流度合)를 조정한다.

또한, 스틱 조작 레버(8)에는 온-오프 스위치(법면 굴식 스위치)(9)가 설치되어 있고, 오퍼레이터가 이 스위치를 조작함으로써, 반자동 제어 모드의 선택 또는 비선택이 실행된다. 그리고, 반자동 제어 모드가 선택되면, 상술한 바와 같이 버킷 이끝(112)을 직선적으로 움직일 수 있다.

또한, 붐/버킷 조작 레버(6)에는 온-오프 스위치(버킷 자동 복귀 스타트 스위치)(7)가 설치되어 있고, 오퍼레이터가 이 스위치(7)를 온으로 함으로써, 버킷(400)을 미리 설정된 각도로 자동 복귀시킬 수 있도록 되어 있다.

안전 밸브(safety valve)(5)는 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에 공급되는 파일럿압을 단속하기 위한 것으로, 이 안전 밸브(5)가 온 상태인 때만 파일럿압이 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에 공급된다. 따라서, 반자동 제어상, 어떠한 고장이 있는 경우는 이 안전 밸브(5)를 오프 상태로 함으로써, 빠르게 반자동 제어를 정지할 수가 있다.

그런데, 엔진(700)의 회전 속도는 오퍼레이터가 설정한 엔진 스피드의 위치에 따라 다르고, 또한 엔진 스피드가 일정해도 부하에 의해 엔진 회전 속도는 변화한다. 펌프(50, 51, 52)는 엔진(700)에 직결되어 있으므로, 엔진 회전 속도가 변화하면, 펌프 토출량도 변화하기 때문에, 주재어 밸브(13, 14, 15)의 스톱 위치가 일정하여도 실린더 속도는 엔진 회전 속도의 변화에 따라 변화한다. 그래서, 이것을 보정하도록 엔진(700)에 엔진 회전 속도 센서(23)가 설치되어 있는 것이다. 즉, 엔진 회전 속도가 낮을 때는 버킷 이끝(112)의 목표 이동 속도를 늦추도록 되어 있다.

모니터 패널(10)은 목표 법면각(α)(도 8, 도 13 참조)나 버킷 복귀각의 설정각으로서 사용되는 외에, 버킷 이끝(112)의 좌표나 계측된 법면각(α) 혹은 계측된 2점 좌표간 거리의 표시기로서도 사용된다. 또한, 이 모니터 패널(10)은 조작 레버(6, 8)와 함께 운전 조작실(600)내에 설치된다.

즉, 본 실시예에 따른 시스템에 있어서는 종래의 파일럿 유압 라인에 압력 센서(19) 및 압력 스위치(16)를 내장해 조작 레버(6, 8)의 조작량을 검출하고 리졸버(20, 21, 22)를 사용해 피드백 제어를 행하며, 이러한 제어는 각 실린더(120, 121, 122)마다 독립한 다자유도(多自由度) 피드백 제어를 할 수 있는 구성으로 된다. 이것에 의해 압력 보상 밸브 등의 유체기기(油器) 추가가 불필요해 진다. 또한, 상부 선회체(100)의 검사에 의한 영향은 차량 검사각 센서(24)에 의해 보정된다. 또한, 전환 스위치(9)에 의해 오퍼레이터는 임의로 모드(반자동 모드 및 수동 모드)를 선택할 수 있는 외에, 목표 법면각(α)을 설정할 수 있다.

다음에 콘트롤러(1)에 있어서 행해지는 반자동 제어 모드(버킷 자동 복귀 모드를 제외한다)의 제어 알고리즘에 관해서 도 4를 사용하여 설명한다.

즉, 최초로 목표 법면 설정각, 스틱 실린더(121) 및 붐 실린더(120)를 제어하는 파일럿 유압, 차량 검사각, 엔진 회전 속도 정보에 따라서 버킷 이끝(112)의 이동 속도 및 방향을 연산한다. 다음에 이들의 정보에 따라서 각 실린더(120, 121, 122)의 목표 속도를 연산한다. 이 때, 엔진 회전 속도의 정보는 실린더 속도의 상한(上限)을 결정하기 위해서 사용된다.

또한, 콘트롤러(1)는 도 3, 도 4에 도시하는 바와 같이 각 실린더(120, 121, 122)마다 독립한 제어부(1A, 1B, 1C)를 구비하고 있고, 각 제어는 도 4에 도시하는 바와 같이 독립한 제어 피드백 루프로서 구성되어, 서로 간섭하는 일이 없도록 되어 있다.

또한, 페루프 제어(도 4 참조)내의 보상 구성은 각 제어부(1A, 1B, 1C) 모두 도 5에 도시하는 바와 같이 변위, 속도에 관한 피드백 루프와 피드 포워드 루프의 다자유도 구성으로 되어 있다.

즉, 목표 속도가 주어지면, 피드백 루프 처리에 관해서는 목표 속도와 실린더 속도(실린더 위치의 시간 미분)의 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인 K_p (부호 62 참조)를 거는 루프와, 목표 속도를 일단 적분하고(도 5의 적분 요소(61)참조), 이 목표 속도적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인 K_{pp} (부호 63 참조)를 곱하는 루프와, 상기 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(K_{pi})(부호 64 참조)를 곱하고 또한 적분(부호 66 참조)을 실시하는 루프에 의한 처리가 이루어지며, 또한 피드 포워드 루프 처리에 관해서는 목표 속도에 소정의 게인 K_f (부호 65 참조)를 곱하는 루프에 의한 처리가 이루어지도록 되어 있다.

또한, 상기 게인(K_p , K_{pp} , K_{pi} , K_f)의 값은 게인 스케줄러(70)에 의해 가변할 수 있게 되어 있다.

또한, 비선형 제거 테이블(71)이 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)나 주재어 밸브(13 내지 15) 등의 비선형성을 제거하기 위해 설치되어 있지만, 이 비선형 제거 테이블(71)을 사용한 처리는 테이블 룩업 수법을 사용함으로써 컴퓨터로 고속으로 행하도록 되어 있다.

그런데, 도 3, 도 4에 도시하는 바와 같이 콘트롤러(1)내에는 붐 실린더(120)용 제어부(1A)와, 스틱 실린더(121)용 제어부(1B)와, 버킷 실린더(122)용 제어부(1C)가 각각 독립하여 설치되어 있지만, 이 중, 붐 실린더(120)용 제어부(1A) 및 스틱 실린더(121)용 제어부(1B)에는 도 6에 도시하는 목표 이동 속도 설정 수단(100a)이 설치되어 있다. 또한, 도 6은 제어부(1B)에 착목(着目)한 블록도이지만, 붐 실린더(120)의 제어부(1A)에 관해서도 도 6과 같은 구성으로 되어 있다.

여기서 본 발명의 주요부로서의 목표 이동 속도 설정 수단(100a)에 관해 설명하면, 이 목표 이동 속도 설정 수단(100a)은 반자동 제어 모드에 의한 작업 개시거나 작업 종료시에 오퍼레이터가 조작 레버(6, 8)를 급조작하여도 유압 실린더(120, 121)의 제어 밸브(3A, 3B)로의 지령치가 스텝상으로 변화하는 것을 방지

하도록 설치된 것이다.

즉, 이러한 목표 이동 속도 설정 수단(100a)을 설치하지 않는 경우는, 반자동 제어 모드의 작업 개시 때 등에 오퍼레이터가 조작 레버(6, 8)를 급조작하면, 전자 밸브(3A 내지 3C)에 대한 제어 신호가 스텝상으로 급격히 변화한다. 이 경우, 주제어 밸브(메인 컨트롤러)(13, 14, 15)의 작동이 전자 밸브(3A 내지 3C)에서 송출되는 파일럿압으로 추종할 수 없게 되고, 유압 실린더(120 내지 122)의 작동이 진동이나 충격 등을 수반하여 원활히 작동을 개시하거나 종료할 수 있다.

이것은 반자동 제어 모드시에는 조작 레버(6, 8)의 조작량에 따라서, 스틱 (300)이나 붐(200)의 작동 속도가 결정되도록 되어 있기 때문이지만, 이러한 사태를 회피하기 위해서는 조작 레버(6, 8)가 급조작되어도 버킷 이빨(112)의 이동 속도가 서서히 증가 (램프업)하도록 설정하거나 로우패스 필터를 거쳐 매끄러운 속도 변화를 준다고 생각된다.

그러나, 도 5를 사용해 설명한 바와 같이, 각 실린더(120 내지 122)의 주제어 밸브(13 내지 15)에의 제어 신호는 실린더 위치를 시간 미분한 정보(실린더 속도 정보)를 피드백하고 있으므로, 상술의 램프업 처리를 실시해도 역시 조작 레버(6, 8)를 급조작한 경우에는 붐 실린더(120)나 스틱 실린더(121)로의 제어 신호(지령치)가 스텝상으로 변화하는 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)이 원활하게 작동을 개시할 수 없다.

그래서, 본 발명에서는 컨트롤러(1)내의 각 제어부(1A, 1B)내에 목표 이동 속도 설정 수단(100a)을 설치하여, 이러한 반자동 제어 모드의 작업 개시 때나 작업 종료시에 조작 레버(6, 8)가 급격히 조작되어도 각 유압 실린더(120 내지 122) 및 붐(200)이나 스틱(300)이 순조롭게 작동하도록 구성되어 있다.

여기서 목표 이동 속도 설정 수단(100a)은 도 6에 도시한 바와 같이 목표 이동 속도 출력부(102)와, 기억부(메모리)(103)와, 비교부(104)를 구비하고 있다.

이 중, 목표 이동 속도 출력부(102)는 조작 레버(6, 8)의 위치에 따른 유압 실린더(120 내지 122)의 목표 이동 속도 데이터(제 1 목표 이동 속도 데이터)를 출력한다. 즉, 목표 이동 속도 출력부(102)에서는 조작 레버(6, 8)의 조작 위치와 유압 실린더(120, 121)의 목표 이동 속도와의 관계가 선형적으로 설정되어 있고, 조작 레버(6, 8)의 조작 위치가 다이렉트 유압 실린더(120, 121)의 목표 이동 속도로서 반영되도록 되어 있다.

또한, 기억부(103)는 반자동 제어 모드의 작업 개시시 및 작업 종료시에 조작 레버(6, 8)에 의한 목표 이동 속도 특성이 시간 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되는 목표 이동 속도 데이터(제 2 목표 이동 속도 데이터)를 기억한다.

여기서 도 7에 도시하는 바와 같이, 본 실시예에서는 이 기억부(103)에는 반자동 제어 모드의 작업 개시시 및 작업 종료시에 버킷 이빨(112)의 이동 속도가 여현파 특성(cos 커브)이 되는 목표 이동 속도 데이터가 기억되어 있다.

이와 같이 반자동 제어 모드의 작업 개시시 및 작업 종료시에 목표 이동 속도 특성이 시간 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되도록 설정하고 있는 것은 각 실린더(120, 121)를 구동하는 제어 밸브(13, 14)가 도 4, 도 5에 도시하는 바와 같이 실린더 속도 정보(즉, 실린더 위치의 미분 정보)를 피드백하고 있기 때문이다.

즉, 이러한 설정에 의해 목표 이동 속도로부터 피드백된 속도 정보도 목표 이동 속도 정보의 특성(예를 들면 cos 커브)과 동일 종류의 특성(sin 커브)으로 할 수 있고, 이 피드백 정보를 가미한 제어 신호가 비연속적(스텝상)으로 변화하지 않고, 각 전자 밸브(3A 내지 3C)를 연속적으로 동작시킬 수 있어 각 유압 실린더(120 내지 122)를 원활하게 작동시킬 수 있다.

따라서, 예를 들면 반자동 제어 모드의 작업 개시때 오퍼레이터가 조작 레버(6, 8)를 급격히 조작한 경우라도 제어 밸브(13, 14)에의 지령치(제어 신호)를 연속적인 특성으로 할 수 있다.

또한, 이 기억부(103)에 기억되는 목표 이동 속도 데이터(제 2 목표 이동 속도 데이터)는 도 7에 도시하는 여현파 특성에 한정되지 않고, 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되는 데이터이면 다른 것(예를 들면, sin 커브나 자연 대수 커브)이어도 좋지만, 작동 응답성 등을 고려하면 여현파 특성으로 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 비교부(104)는 상기 기억부(103)로부터 출력된 데이터와 목표 이동 속도 출력부(102)로부터 출력된 데이터를 비교하여, 이 중 작은 쪽 데이터를 목표 이동 속도 정보로서 출력한다.

또한, 이러한 비교부(104) 및 목표 이동 속도 출력부(102)를 설치하고 있는 것은 이하의 이유에 의한다.

즉, 본 장치는 반자동 제어 모드의 작업 개시 때 등에 조작 레버(6, 8)를 급조작한 경우에 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)이나 각 유압 실린더(120 내지 122)를 원활하게 작동시키기 위한 것이며, 이러한 관점이면 기억부(103)만을 설치할 수 있으며, 반드시 이러한 목표 이동 속도 출력부(102)나 비교부(104)를 설치할 필요는 없다. 예를 들면, 숙련된 오퍼레이터가 조작을 행할 경우에는 이러한 기억부(103)에 의한 유압 실린더의 제어보다도 알맞은 상태에 조작 레버(6, 8)를 조작한다고 생각된다.

이러한 경우에는 오퍼레이터의 조작을 우선하여 각 유압 실린더(120 내지 122)를 작동시키는 것이 조작성이 좋으며, 또한 이 경우에는 기억부(103)로부터 출력되는 데이터를 사용해 각 유압 실린더(120 내지 122)의 제어를 행할 필요성도 거의 없다.

그래서, 상술한 바와 같은 비교부(104)를 설치하여, 목표 이동 속도 출력부(102)로부터 얻어지는 데이터(즉, 조작 레버(6, 8)의 조작 상태)와 기억부(103)로부터 출력된 데이터 중, 작은 쪽 데이터, 즉, 목표 이동 속도의 변화가 작은 쪽 데이터를 목표 이동 속도 정보로서 출력하도록 되어 있다.

본 발명의 제 1 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치는 상술한 바와 같이 구성되어 있으므로 유압 서클을 사용하여 도 13에 도시하는 목표 법면각(α)의 법면 굴삭 작업을 반자동 제어에 의해 행할 때에 상기와 같은 반자동 제어 기능을 실현할 수가 있다.

즉, 유압 서보에 탑재된 컨트롤러(1)에 여러 센서로부터의 검출 신호(목표 법면각(α)의 설정 정보를 포함한다)가 입력되면, 이 컨트롤러(1)에서는 이들의 센서로부터의 검출 신호(신호 변환기(2, 6)를 거친 리졸버(20 내지 22)에서의 검출 신호도 포함한다)와 조작 레버(6, 8)의 조작 상태에 따라서 전자 비례 밸브(3A, 3B, 3C)에 대한 제어 신호를 설정한다.

그리고, 주제어 밸브(13, 14, 15)가 상기 전자 비례 밸브(3A, 3B, 3C)로부터의 파일럿 유압에 따라서 작동함으로써 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)이 소망의 신축 변위가 되도록 제어되며, 이것에 의해 상기와 같은 반자동 제어가 실행된다.

또한, 이 반자동 제어에 있어서는 우선, 목표 법면 설정각, 스틱 실린더(121) 및 붐 실린더(120)를 제어하는 조작 레버(6, 8)의 조작 상태에 따라서 설정되는 파일럿 유압, 차량 경사각, 엔진 회전 속도 등의 정보에 의해 버킷 이빨(112)의 이동 속도 및 방향을 구하고, 이 정보에 따라서 각 실린더(120, 121, 122)의 목표속도를 연산한다. 이 때 엔진 회전 속도의 정보는 실린더 속도의 상한을 결정할 때 필요하다. 또한, 이러한 제어는 각 유압 실린더(120, 121, 122)마다 독립한 피드백 루프로 구성되어 있기 때문에, 서로 간섭하지 않는다.

특히, 본 장치에서는 컨트롤러(1)에 도 5에 도시하는 목표 이동 속도 설정 수단(100a)을 설치하고 있기 때문에, 반자동 제어 모드에서의 작업 개시시나 작업 종료시에 오퍼레이터가 조작 레버(6, 8)를 급격히 조작하여도, 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)이 원활하게 작동한다.

즉, 도 4, 도 5에 도시하는 바와 같이, 컨트롤러(1)내에는 각 유압 실린더(120 내지 122)의 위치를 시간 미분한 정보가 피드백 되지만, 본 발명에서는 도 6, 도 7에 도시하는 바와 같이, 이 피드백되는 미분 정보와, 조작 레버(6, 8)에 의해 설정되는 작업 개시시 및 작업 종료시의 목표 이동 속도 특성이 동일 종류의 특성으로 되도록 목표 이동 속도의 특성이 기억부(103)로써 설정되어 있으므로, 각 전자 밸브(3A 내지 3C)에 대하여 출력되는 제어 신호가 연속적으로 되고, 제어 신호가 스텝상으로 급격히 변화하는 것이 억제된다.

따라서, 반자동 제어에서의 작업 개시시나 작업 종료시에 주제어 밸브(13, 14, 15)의 작동이 전자 밸브(3A 내지 3C)에서 송출되는 파일럿압에 추종할 수 없는 사태를 회피할 수 있어, 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)을 원활하게 작동시킬 수 있다.

또한, 본 장치에서는 도 5에 도시하는 바와 같이, 조작 레버(6, 8)의 위치에 따른 유압 실린더(120 내지 122)의 목표 이동 속도 데이터(제 1 목표 이동 속도 데이터)를 출력하는 목표 이동 속도 출력부(102) 및 기억부(103)로부터 출력된 데이터와 목표 이동 속도 출력부(102)로부터 출력된 데이터(제 2 목표 이동 속도 데이터)를 비교하고, 이 중 작은 쪽 데이터를 목표 이동 속도 정보로서 출력하는 비교부(104)가 설치되어 있으므로, 예를 들면, 숙련된 오퍼레이터가 기억부(103)에 의한 유압 실린더의 제어보다도 알맞은 상태로 조작 레버(6, 8)를 조작하는 경우에는 오퍼레이터에 의한 조작이 우선되어 각 유압 실린더(120 내지 122)가 작동 제어되므로 조작성을 손상하지 않는다.

또한, 이 반자동 제어 시스템에서의 목표 법면각(α)의 설정은 모니터 패널(10)상의 스위치에 의한 수치 입력에 의한 방법, 2점 좌표 입력법, 버킷 각도에 의한 입력법에 의해 이루어지고, 동일하게 반자동 제어 시스템에서의 버킷 복귀각의 설정은 모니터 패널(10)상의 스위치에 의한 수치 입력에 의한 방법, 버킷 이동에 의한 방법에 의해 이루어지지만, 모두 공지의 수법이 사용된다.

또한, 상기 각 반자동 제어 모드와 그 제어법은 리졸버(20 내지 22)에서 검출된 각도 정보를 신호 변환기(26)에서 실린더 신축 변위 정보로 변환한 것에 따라서 다음과 같이 행해진다.

우선, 버킷 각도 제어 모드(도 9 참조)에서는 버킷(400)과 x 축으로 이루어 지는 각(버킷각)(ϕ)을 임의의 위치에서 일정해지도록, 버킷 실린더(122) 길이를 제어한다. 이 때 버킷 실린더 길이(λbk)는 붐 실린더 길이(λbm), 스틱 실린더 길이(λst) 및 상기 버킷 각도(ϕ)를 파라미터로서 구할 수 있다.

스무딩 모드(도 11 참조)에서는 버킷 각도(ϕ)는 일정하게 유지되므로, 버킷 이빨 위치(112)와 절점(108)은 평행하게 이동한다. 우선, 절점(108)이 x 축에 대하여 평행하게 이동하는 경우(수평 굴삭)에 대해서 말하면, 다음과 같다.

즉, 이 경우는 굴삭을 개시하는 링케이지 자세에서의 절점(108)의 좌표를 (x_{108} , y_{108})로 하고, 이 때의 링케이지 자세에서의 붐 실린더(120)와 스틱 실린더(121)의 실린더 길이를 구하고, x_{108} 가 수평으로 이동하도록 붐(200)과 스틱(300)의 속도 관계를 구한다. 또한, 절점(108)의 이동 속도는 스틱 조작 레버(8)의 조작량에 의해 설정된다.

또한, 절점(108)의 평행 이동을 생각한 경우, 미소 시간(Δt) 후의 절점(108)의 좌표는 ($x_{108} + \Delta x$, y_{108})로 나타낸다. Δx 는 이동 속도에 의해서 결정되는 미소 변위이다. 따라서 x_{108} 에 Δx 를 고려하여 Δt 후의 목표 붐 및 스틱 실린더의 길이가 구해진다.

법면 굴삭 모드(도 10 참조)에서는 스무딩 모드와 같은 요령으로 제어가 행해지지만, 이동하는 점이 절점(108)으로부터 버킷 이빨 위치(112)로 변경되고 또한 버킷 실린더 길이(λbk)가 고정되는 것을 고려한 제어가 된다.

또한, 차량 경사 센서(24)에 의한 완성 경사각의 보정에 관해서는 프론트 링케이지 위치의 연산은 도 8에서의 절점(101)을 원점으로 한 xy 좌표계에서 행해진다. 따라서 차량 본체가 xy 평면에 대하여 경사한 경우, 상기 xy 좌표가 지면(수평면)에 대하여 기울어져서 지면에 대한 목표 경사각이 변화한다. 이것을 보정하기 위해, 차량에 경사각 센서(24)를 설치하고, 이 경사각 센서(24)에 의해 차량 본체가 xy 평면에 대하여 β 만큼 경사하고 있는 것이 검출된 경우, β 만큼 가산된 값으로 고쳐 줌으로써 보정된다.

엔진 회전 속도 센서(23)에 의한 제어 정밀도 악화 방지에 관해서는 이하와 같다. 즉, 목표 버킷 이빨 속도의 보정에 관해서는 목표 버킷 이빨 속도는 스틱 및 붐 조작 레버(6, 8)의 조작 위치와 엔진 회전 속도

로 결정된다. 또한, 유압 펌프 (51, 52)는 엔진(700)에 직결되어 있기 때문에, 엔진 회전 속도가 낮을 때, 펌프 토출량도 감소하고 실린더 속도가 감소한다. 그 때문에, 엔진 회전 속도를 검출하여 펌프 토출량의 변화에 맞도록 목표 버킷 이끄는 속도를 산출하고 있다.

또한, 목표 실린더 속도의 최대치 보정에 관해서는 목표 실린더 속도는 링케이지의 자세 및 목표 법면 경사각에 의해서 변화하는 것과, 펌프 토출량이 엔진 회전 속도의 저하에 따라 감소하는 경우, 최대 실린더 속도도 감소시킬 필요가 있음을 고려한 보정이 행해진다. 또한, 목표 실린더 속도가 최대 실린더 속도를 넘은 때는 목표 버킷 이끄는 속도를 감소하여, 목표 실린더 속도가 최대 실린더 속도를 넘지 않도록 한다.

이상, 여러 가지의 제어 모드와 그 제어법에 관해서 설명하였지만, 모두 실린더 신축 변위 정보에 따라 수행하는 수법으로, 이 수법에 의한 제어 내용에 대해서는 공시되어 있다. 즉, 본 실시예에 따른 시스템에서는 리줄버(20 내지 22)에서 각도 정보를 검출한 후에 각도 정보를 신호 변환기(26)에서 실린더 신축 변위 정보로 변환하고 있으므로, 이후는 공지의 제어 수법을 사용할 수 있다.

이렇게 하여, 컨트롤러(1)로써 각종 제어가 이루어지지만, 본 실시예에 따른 시스템에서는 리줄버(20 내지 22)에서 검출된 각도 정보 신호가 신호 변환기(26)에서 실린더 변위 정보로 변환되어 컨트롤러(1)로 입력되므로 종래와 같이 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)용 실린더의 각 신축 변위를 검출하기 위한 고가의 스트로크 센서를 사용하지 않아도 종래의 제어 시스템에서 사용하고 있던 실린더 신축 변위를 사용한 제어를 실행할 수가 있다. 이것에 의해, 비용을 낮게 억제하면서 버킷 (400)의 위치와 자세를 정확하면서 안정되게 제어할 수 있는 시스템을 제공할 수 있다.

또한, 피드백 제어 루프가 각 실린더(120, 121, 122)마다 독립해 있고, 제어 알고리즘이 변위, 속도 및 피드 포워드의 다자유(多自由) 제어로 하고 있으므로, 제어 시스템을 간소화할 수 있는 외에 유압 기기의 비선형성을 테이블 룩업 수법에 의해 고속으로 선형화할 수 있으므로, 제어 정밀도 향상에도 기여한다.

또한, 차량 경사 센서(24)에 의해 차량 경사의 영향을 보정하거나 엔진 회전 속도를 판독함으로써, 엔진 스로틀의 위치 및 부하 변동에 의한 제어 정밀도의 악화를 보정하고 있으므로 보다 정확한 제어 실현에 기여한다.

또한, 외부 터미널(2)을 사용해 게인 조정 등의 메인테넌스도 할 수 있으므로, 조정 등이 용이한 이점도 얻을 수 있다.

또한, 압력 센서(19) 등을 사용해 파일렛압의 변화에 의해, 조작 레버(7, 8)의 조작량을 구하고, 또한 종래의 오픈 센터 밸브 유압 시스템을 그대로 이용하고 있기 때문에 압력 보상 밸브 등의 추가를 필요로 하지 않는 이점이 있는 외에, 목표 법면각 설정기 부착 모니터(10)에서 버킷 이끄는 좌표를 리얼타임에 표시할 수도 있다. 또한, 안전 밸브(5)를 사용한 구성에 의해 시스템 이상시, 이상 동작도 방지할 수 있다.

또한, 컨트롤러(1)의 기억부(103)에 기억되는 목표 이동 속도 데이터(제 2 목표 이동 속도 데이터, 도 6 참조)는 도 7에 도시하는 여현파 특성에 한정되지 않고, 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되는 데이터이면 다른 것(예를 들면, sin 커브나 자연 대수 커브)이더라도 좋지만, 작동의 응답성 등을 고려하면 여현파 특성으로 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 이 제 1 실시예에서는 작업 개시시의 목표 이동 속도 특성 및 작업종료시의 목표 이동 속도 특성이 함께 동일한 특성(즉, 여현파 특성)으로 설정되어 있지만, 미분하여도 동일 종류의 특성이 되면, 작업 개시와 작업 종료시 목표 이동 속도 특성을 다르게 할 수도 있다.

(2) 제 2 실시예의 설명

다음에 제 2 실시예에 관련된 건설 기계의 제어 장치에 관해서, 주로 도 15 내지 도 19를 사용하여 설명한다. 또한, 이 제 2 실시예에 적용되는 건설 기계의 전체 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 1 등을 사용하여 설명한 내용과 같고, 건설 기계의 제어 시스템의 개략 구성은 상술한 제 1 실시예에서 도 2 내지 도 4를 사용하여 설명한 내용과 같으며, 또한, 이 건설 기계의 대표적인 반자동 모드의 상태에 관해서는 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 9 내지 도 14를 사용하여 설명한 내용과 같기 때문에, 이들에 상당하는 부분에 대해서는 설명을 생략하고, 이하에서는 주로 제 1 실시예에 대하여 다른 부분에 관해서 설명한다.

이 제 2 실시예에서는 각 유압 실린더의 부하 변동이나 작동유의 온도 변화에 대하여 안정된 제어를 행할 수 있도록 했다.

즉, 반자동 제어 중, 법면 굴삭 모드에 의해 버킷 이끄는 위치를 직선적으로 이동시키는 작업(수평 균일 작업 등)으로는 지면의 형상이나 굴삭량 등에 의해 굴삭 작업 중의 유압 실린더(120 내지 122)의 부하가 변동한다고 생각되며, 이러한 경우에는 종래의 PID 제어로는 유압 실린더(120 내지 122)의 위치 결정 정밀도나 버킷 이끄는 위치의 궤적 정밀도를 악화시킬 우려가 있었다.

또한, 유압 실린더(120 내지 122)에 대하여 피드백 제어를 행할 경우, 작동유의 온도 변화에 수반되는 제어 대상(예를 들면, 유압 실린더(120 내지 122)나 유압 회로내에 설치된 전자 밸브)의 동작 특성의 변동이 페루프의 제어 성능에 영향을 주어 제어 시스템의 안정성이 저하한다고 생각된다.

이러한 사태를 회피하기 위해서는 페루프의 제어 게인을 작게 하고, 게인 여유나 위상 여유를 크게 할 수 있지만, 이와 같이 하면, 결과로서 유압 실린더(120 내지 122)의 위치 결정 정밀도나 버킷 이끄는 위치의 궤적 정밀도를 악화시킨다고 생각된다.

본 발명의 제 2 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치는 이러한 문제를 해결하기 위해 구성되었으며, 각 유압 실린더의 부하 변동이나 작동유의 온도 변화에 대하여 안정된 제어를 행할 수 있도록 했다.

우선, 도 15를 사용하여 이 제 2 실시예에 있어서 컨트롤(1)에서 행해지는 반자동 제어 모드(버킷 자동 복귀 모드를 제외한다)의 제어 알고리즘에 관해서 설명하면, 컨트롤러(1)내에는 목표치 설정 수단(80)이 설치되어 있고, 조작 레버(6, 8)의 위치에 따라서 붐(200)이나 버킷(400) 등의 목표 속도(목표 동작정보)가 설정되도록 되어 있다.

즉, 최초로 버킷 이갈(112)의 이동 속도 및 방향을 목표 법면 설정각, 스택 실린더(121) 및 붐 실린더(120)를 제어하는 파일럿 유압, 차량 경사각, 엔진 회전 속도의 정보로부터 구한다. 다음에 이들의 정보에 따라서 각 실린더(120, 121, 122)의 목표 속도를 연산한다. 이 때, 엔진 회전 속도의 정보는 실린더 속도의 상한을 결정하기 위한 파라미터가 된다.

또한, 콘트롤러(1)는 각 실린더(120, 121, 122)마다 독립한 제어부(1A, 1B, 1C)를 구비하고 있고, 각 제어는 독립한 제어 피드백 루프로 구성되어 서로 간섭하는 일이 없다(도 3, 도 4 참조).

여기서 본 실시예의 건설 기계 제어 장치의 요부에 관해서 설명하면, 페루프 제어(도 4 참조)내의 보상 구성은 각 제어부(1A, 1B, 1C) 모두 도 15에 도시하는 바와 같이 변위, 속도에 관한 피드백 루프와 피드 포워드 루프의 다자유도 구성으로 되어있고, 제어 개인(제어 파라미터) 가변의 피드백 루프식 보상 수단(72)과, 제어 개인(제어 파라미터) 가변의 피드 포워드식 보상 수단(73)를 구비하여 구성되어 있다.

즉, 목표 속도가 주어지면, 피드백 루프식 보상 수단(72)에 있어서 목표 속도와 속도 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kvp)(부호 62 참조)를 곱하는 루프와, 목표 속도를 일단 적분하여(도 15의 적분 요소(61) 참조), 이 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kpp)(부호 63 참조)를 곱하는 루프와, 상기 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 1 개인 계수(부호 64a 참조)나 소정의 게인(Kpi)(부호 64 참조)를 곱하고, 또한 적분(부호 66 참조)을 실시하는 루프에 의해 피드백 루프 처리가 이루어지며, 또한 피드 포워드식 보상 수단(73)에 있어서는 목표 속도에 소정의 게인(Kf)(부호 65 참조)를 곱하는 루프에 의해 피드 포워드 루프처리가 이루어지도록 되어 있다.

이 중, 피드백 루프 처리에 관해서 좀더 자세히 설명하면, 본 장치에는 도 15에 도시하는 바와 같이, 실린더(120 내지 122)의 동작정보를 검출하는 동작정보 검출 수단(91)이 설치되어 있고, 콘트롤러(1)에서는 동작정보 검출 수단(91)으로부터의 검출 정보와, 목표치 설정 수단(80)에 설정된 목표 동작정보(예를 들면, 목표 이동 속도)를 입력 정보로서 붐(200) 등의 암 및 작업 부재[버킷] (400)가 목표로 하는 동작 상태가 되도록 제어 신호를 설정한다.

또한, 동작정보 검출 수단(91)은 구체적으로는 각 유압 실린더(120 내지 122)의 위치를 검출할 수 있는 실린더 위치 검출 수단(83)이고, 본 실시예에서는 이 실린더 위치 검출 수단(83)은 상술한 리졸버(20 내지 22)와 신호 변환기(26)로 구성되어 있다. 또한, 이 실린더 위치 검출 수단(83)은 후술하는 운전상태 검출 수단(90)으로서의 기능을 겸비하고 있고, 이러한 동작정보 검출 수단(91)과 후술의 운전상태 검출 수단(90)에 의해 검출 수단(93)이 구성되어 있다.

한편, 상기 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값은 각각 게인 스케줄러(제어 파라미터용 스케줄러)(70)에 의해 변경가능하게 구성되어 있고, 이와 같이 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값을 변경, 보정함으로써, 붐(200)이나 버킷(400) 등을 목표로 하는 동작 상태로 제어하도록 되어 있다.

즉, 본 장치에는 도 15에 도시하는 바와 같이 작동유의 오일 온도를 검출하는 오일 온도 검출 수단(81)과, 각 실린더(120 내지 122)의 부하를 검출하는 실린더 부하 검출 수단(82)과, 각 실린더의 위치 정보를 검출하는 실린더 위치 검출 수단(83)을 구비한 운전상태 검출 수단(90)이 설치되어 있고, 상기 게인 스케줄러(70)는 이 운전상태 검출 수단(90)으로부터의 검출 정보(즉, 건설 기계의 운전 정보)에 따라서 각 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)을 변경하도록 구성되어 있다.

이 중, 오일 온도 검출 수단(81)은 전자 비례 밸브(3A, 3B, 3C) 근방에 설치된 온도 센서이고, 게인 스케줄러(70)에서는 유압 실린더(120 내지 122)에 관련하는 온도에 따라서 각 게인을 보정하도록 되어 있다.

여기서 유압 실린더(120 내지 122)에 관련하는 온도란, 예를 들면, 제어유압(파일럿 오일)의 온도이고, 여기서는 파일럿 오일의 온도가 작동유의 온도를 대표하는 대표 오일 온도로서 검출되도록 되어 있다.

또한, 게인 스케줄러(70)에는 도 16에 도시하는 특성을 갖는 맵(map)이 기억되어 있고, 오일 온도 검출 수단(81)에 의해 검출된 대표 오일 온도 정보를 사용하여 각 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)이 보정된다.

여기서 도 16에 도시하는 게인 보정의 특성에 관해서 간단히 설명하면, 이 게인 보정 특성은 기본적으로는 파일럿 오일의 온도 상승에 수반하여 각 게인을 저하시키는 특성으로 설정되어 있다.

이것은 작동유의 온도 변화에 수반되는 유압 실린더(120 내지 122)나 전자 밸브(3A 내지 3C) 등의 제어 대상의 동작 특성의 변동에 의해, 페루프의 제어 성능이 저하하는 것을 방지하기 위함이고, 제어 시스템의 안정성을 유지하기 위함이다.

또한, 이러한 대표 오일 온도는 상기 파일럿 오일의 온도에 한정되지 않고, 제어에 사용되는 메인의 작동유(각 실린더(120 내지 122)의 유실(油室)에 공급배출되는 작동유)의 온도를 대표 오일 온도로서 사용할 수 있다. 이 경우는 온도 센서를 작동유 탱크내에 설치하는 것이 바람직하다.

또한, 파일럿 오일의 온도와 제어용 메인 작동유의 온도(이하, 이러한 메인의 작동유 온도를 탱크 오일 온도라고 한다)와의 양쪽을 사용하여, 각 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)을 보정하도록 할 수도 있고, 이 경우에는 예를 들면 하기 식에 의해 대표 오일 온도를 산출한다.

$$\text{대표 오일 온도} = \text{탱크 오일 온도} \times W + \text{파일럿 오일 온도} \times (1 - W)$$

상기 식에 있어서, W는 대표 오일 온도로서 탱크 오일 온도와 파일럿 오일 온도의 어느 쪽을 우선하여 고려하는가의 중량을 행하는 계수이고, $0 \leq W \leq 1$ 의 범위에 설정되어 있고, W가 1에 가까울수록 탱크 오일 온도를 우선적으로 고려한 대표 오일 온도가 되고, 반대로 W가 0에 가까울수록 파일럿 오일 온도를 고려한 대표 오일 온도가 된다.

또한, 이 중량 계수(W)는 도 17에 도시하는 특성으로 설정되어 있고, 전자 밸브(3A 내지 3C)에 대한 지령치(전자 밸브의 구동 전류)가 작아질수록 W가 0에 가까워지고, 커질수록 W가 1에 가깝게 설정되어 있다.

이것은 전자 밸브(3A 내지 3C)에 대한 지령치가 작을 때, 즉, 전자 밸브(3A 내지 3C)나 유압 실린더(120 내지 122)를 비교적 천천히 작동시키는 경우에는 파일럿 오일 온도의 변화가 제어 시스템의 동작 특성에

큰 영향을 주기 때문이다. 또한, 전자 밸브(3A 내지 3C)의 개방도가 미소한 때에는 파일렛 오일 온도가 미치는 영향이 크다는 이유도 있다.

또한, 상술한 바와 같이 파일렛 오일 온도와 탱크 오일 온도 양쪽을 사용하여 각 게인(K_{vp} , K_{pp} , K_{pi} , K_f)를 보정할 경우에는 도 17에 도시하는 맵을 오일 온도 검출 수단(81)내에 갖추도록 구성하고, 게인 스케줄러(70)에는 이 오일 온도 검출 수단(81)내에서 연산된 대표 오일 온도의 정보만이 입력되도록 구성된다.

다음에 운전상태 검출 수단(90)을 구성하는 실린더 부하 검출 수단(82)에 관하여 설명하면, 이 실린더 부하 검출 수단(82)은 각 실린더(120, 121)의 부하를 검출하고, 게인 스케줄러(70)로서는 이 실린더(120, 121)의 부하 정보가 받아드려, 비례 게인(K_{pp} , K_f)를 보정하도록 되어 있다.

또한, 실린더 부하 검출 수단(82)은 구체적으로는 도 2에 도시하는 압력 센서(28A, 28B) 등에 의해 구성되어 있고, 이들의 압력 센서(28A, 28B) 등으로부터의 정보에 따라서, 각 유압 실린더(120 내지 122)의 부하를 검출하게 되어 있다.

또한, 게인 스케줄러(70)에는 도 18에 도시하는 특성을 갖는 맵이 기억되어 있고, 게인 스케줄러(70)에서는 실린더 부하 검출 수단(82)에 의해 검출된 각 실린더(120 내지 122)의 부하 정보와, 도 18에 도시하는 맵을 사용하여 게인(K_{pp} , K_f)을 보정하도록 되어 있다.

또한, 게인(K_{vp} , K_{pi})의 보정을 행하면 노이즈의 발생 등이 생각되기 때문에, 본 실시예에서는 실린더 부하에 근거하는 게인(K_{vp} , K_{pi})의 보정은 행하지 않는다.

여기서 도 18에 도시하는 맵의 특성에 관해서 간단히 설명하면, 이 비례 게인(K_{pp} , K_f)의 보정 맵에서는 실린더 부하의 상승에 수반하여 서서히 비례 게인(K_{pp} , K_f)을 증가시키게 되어 있다. 즉, 이와 같이 유압 실린더(120, 121)에 작용하는 부하가 높은 경우에는 덤핑(dumping)이 커지기 때문에 게인을 증가시킨다.

그리고, 이와 같이 붐(200), 스택(300), 버킷(400) 각각의 실린더 부하에 따라서 PID 피드백식 보상 수단(72) 및 피드 포워드식 보상 수단(73)의 제어 게인(K_{pp} , K_f)을 보정(scheduling)함으로써 제어 편차를 저감할 수가 있고, 붐(200), 스택(300), 버킷(400)의 정확한 제어를 실현할 수가 있다.

다음에, 운전상태 검출 수단(90)을 구성하는 실린더 위치 검출 수단(83)에 관해 설명하면, 이 실린더 위치 검출 수단(83)은 붐 실린더(120), 스택 실린더(121)의 실제 실린더 위치를 검출하고, 리줄버(20 내지 22) 및 신호 변환기(26)에 의해 구성되어 있다.

여기서 본 실시예에서는 리줄버(20 내지 22)에 의해 검출된 각도 정보를 신호 변환기(26)에 넣고, 이 신호 변환기(26)내에서 각도 정보를 실린더 변위 정보로 변환함으로써, 실린더 위치를 검출하도록 되어 있다.

그리고, 게인 스케줄러(70)에서는 이들의 유압 실린더(120, 121)의 위치 정보도 받아드려, 붐(200)이나 스택(300)의 비례게인(K_{pp} , K_f)을 보정하게 되어 있다.

또한, 이러한 실린더 위치에 근거하는 비례 게인(K_{pp} , K_f)의 보정은 주로 붐 실린더(120) 및 스택 실린더(121)에 관해 실시하도록 되어 있지만, 이것은 상술과 같은 반자동 제어 모드에서의 작업에 방해되는 부하는 대개 붐 실린더(120) 및 스택 실린더(121)에 작용하기 때문이다.

또한, 게인 스케줄러(70)에는 이 실린더 위치 검출 수단(83)으로부터의 검출 정보에 따라서 게인(K_{pp} , K_f)을 변경하기 위한 맵(도 19 참조)이 설치되어 있다.

도 19에 도시하는 바와 같이, 이 맵에는 붐(200), 스택(300)의 각 게인(K_{pp} , K_f)에 관해서 각각 독립된 특성이 설정되어 있고, 또한, 붐(200), 스택(300) 각각의 게인에 관해서 스택 인, 스택 아웃으로 각각 다른 보정을 행하도록 되어 있다.

여기서 스택 인이란 스택(300)을 앞측으로 이동시키고 있을 때의 동작을 말하며, 스택 아웃이란 스택(300)을 반대측으로 이동시키고 있을 때의 동작을 말한다.

또한, 도 19에 도시하는 맵의 횡축은 스택 실린더(121)의 변위이고, 스택 실린더(121)의 변위가 작을 때는 버킷(400)의 어깁(112)이 면쪽에 있을 때이고, 스택 실린더(121)의 변위가 클 때는 버킷(400)의 어깁(112)이 앞측에 있을 때이다.

우선, 스택 아웃시의 붐(200)의 비례 게인(K_{pp} , K_f)의 보정 특성에 관해서 설명하면, 스택 아웃시에는 선 ①로 도시하는 바와 같이, 스택 실린더(121)의 변위가 중간 위치가 되면, 게인의 보정치가 최소가 되도록 설정되고, 이 중간 위치보다도 신장 또는 축소할 경우에는 대개 2차 곡선적인 곡선을 그리면서 게인의 보정치가 증대하도록 설정되어 있다.

또한, 스택(300)의 비례 게인(K_{pp} , K_f)은 선 ②에 나타내듯이, 스택 실린더(121)가 소정 변위보다도 작을 때에는 대개 일정한 값으로 설정되고, 소정 변위 이상이 되면 서서히 증대하는 특성으로 설정되어 있다.

또한, 스택 인 일때에 있어서의 붐(200)의 비례 게인(K_{pp} , K_f)의 보정 특성은 선 ③으로 도시하는 바와 같이, 스택 아웃시의 특성(선 ①)과 비슷한 특성, 즉, 스택 실린더(121)의 변위가 거의 중간 위치가 되면, 게인의 보정치가 최소가 되고, 이 중간 위치보다도 신장 또는 축소하면 대개 2차 곡선적인 곡선을 그리면서 게인의 보정치가 증가하는 특성으로 설정되어 있다.

이것은 스택 실린더(121)의 변위가 작을 때는 스택(300)이 연장되어 버킷(400)의 어깁(112)이 면쪽에 있기 때문에, 붐 실린더(121)나 스택 실린더(122)에 가해지는 부하가 크고, 이 때문에 게인을 크게할 필요가 있다. 단, 게인의 보정량을 너무 크게하면, 제어 시스템 전체가 불안정하게 될 수 있고, 제어 정밀도(어깁 위치의 정밀도)가 저하하는 것을 고려하여, 선 ①로 나타내는 붐(200)의 스택 아웃시의 보정을 넘는 큰 보정은 하지 않도록 되어 있다.

또한, 스택 실린더(121)의 변위가 중간 위치 근방으로 되면, 게인을 내림으로써 제어 정밀도의 안정성을 확보하고 있다.

또한, 스틱 실린더(121)의 변위가 클 때는 버킷(400)의 이끝(112)이 앞측에 있고, 몸(200), 스틱(300) 모두 비교적 상승 자세가 되기 때문에, 유압 실린더(120, 121)가 작동하는 방향에 대하여 평행 방향의 분력이 부족하기 쉬워진다. 이 때문에, 스틱 실린더(121)의 변위가 클 때는 개인을 증대시키는 보정을 행한다. 또한, 이 경우에 있어서도 상승의 실린더 변위가 작을 때와 같이 개인의 보정량을 너무 크게 하면, 제어 시스템 전체가 불안정하게 될 수 있기 때문에, 제어 정밀도(아래 위치의 정밀도)의 저하를 고려해 소정 이상의 큰 보정은 행하지 않는다.

이것에 대하여, 스틱 인 일때에 있어서의 스틱(300)의 비례 개인(Kpp, Kf)의 보정 특성은 선④로 도시하는 바와 같이 스틱 실린더(121)의 변위가 작을 때에는 개인을 크게 설정하고, 스틱 실린더(121)가 소내(所內) 변위보다도 신장하면 대개 일정하게 되도록 설정되어 있다. 이것은 스틱 인 일때에는 버킷(400)의 이끝(112)이 앞측으로 이동해오는 동작이고, 이러한 방향으로의 이동시에는 이끝(112)측이 진행 방향으로 되기 때문에, 버킷(400) 이끝(112)의 위치가 앞측 가까이 있을 때에는 스틱 실린더(121)는 비교적 작은 힘으로 작업을 할 수 있기 때문이다.

그런데, 본 장치의 컨트롤러(1)에는 상승한 바와 같이 오일 온도 검출 수단(81)과, 실린더 부하 검출 수단(82)과, 실린더 위치 검출 수단(83)으로 이루어진 운전상태 검출 수단(90)을 설치하고, 개인 스케줄러(70)에서는 각각의 검출 수단(81 내지 83)에 의해 검출된 정보에 따라서 제어 개인을 보정하도록 구성되어 있지만, 각각의 검출 수단(81 내지 83)으로부터의 검출 정보가 동시에 개인 스케줄러(70)에 입력되어 각각의 검출 정보에 따라서 1개의 개인(예를 들면, 비례 개인(Kpp))에 관하여 복수의 보정치가 설정된 경우에는 개인 스케줄러(70)에서는 각 보정량을 합계한 것을 최종적인 보정 개인으로서 출력하도록 되어 있다.

이 경우에는 제어 시스템의 안정성을 고려해 개인 스케줄러(70)에는 개인 보정량의 상한치, 하한치가 각각 설정되어 있고, 상한치를 상회하는 보정량 또는 하한치를 하회하는 보정치가 설정된 경우에는 각각 상한치 또는 하한치를 한도로 보정을 하도록 되어 있다.

본 발명의 제 2 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치는 상승한 바와 같이, 컨트롤러(1)에 운전상태 검출 수단(90)에서 검출된 건설 기계의 운전상태에 따라서 제어 파라미터(제어 개인)를 변경할 수 있는 개인 스케줄러를 설치함과 함께, 도 16 내지 도 19에 도시하는 특성을 갖는 맵에 의해 각 개인을 변경, 보정하도록 구성되어 있으므로, 작업시 건설 기계의 운전상태에 따라서 제어 개인이 보정되며, 항상 안정된 동작으로 작업을 할 수 있다는 이점이 있다.

또한, 종래에서는 유압 실린더(120 내지 122)에 대하여 피드백 제어를 행하는 경우, 작동유의 온도 변화에 의해 제어 대상 [예를 들면, 유압 실린더(120 내지 122)나 전자 밸브(3A 내지 3C)]의 동특성(動特性)의 변동이 펌프의 제어 성능에 영향을 주어 제어 시스템의 안정성이 저하한다고 생각되었지만, 이 제 2 실시예의 건설 기계의 제어 장치에 의하면, 유압 실린더(120 내지 122)의 위치 결정 정밀도나 버킷 이끝 위치의 궤적 정밀도의 악화를 방지할 수 있다.

또한, 오일 온도 검출 수단(81)에 의해 작동유의 오일 온도 변동을 보상하고, 실린더 부하 검출 수단(82)에 의해 각 실린더(120 내지 122)의 부하 변동을 보상하며, 또한 실린더 위치 검출 수단(83)에 의해 각 유압 실린더(120 내지 122)의 위치 편차를 보상하고 있기 때문에 정확한 이끝 위치 제어를 실행할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 개인 스케줄러(70)에 의한 제어 개인의 보정을 작동유의 오일 온도 변화에 근거하는 보정과, 각 실린더(120 내지 122)의 부하에 따르는 보정과, 각 유압 실린더(120 내지 122)의 위치 및 동작 방향에 의한 보정을 행하도록 구성되어 있지만, 본 실시예의 건설 기계의 제어 장치는 이러한 양태에 한정되지 않고, 예를 들면, 상기 3개의 보정 중 1개의 보정(예를 들면, 작동유의 오일 온도 변화에 따르는 보정)만을 행하도록 할 수 있고, 또한, 상기 3개의 보정 중 어느 2개의 보정을 조합시킬 수 있다.

(3) 제 3 실시예의 설명

다음에, 제 3 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치에 관해서 주로 도 20 내지 도 22a, 도 22b를 사용하여 설명한다. 또한, 이 제 3 실시예가 적용되는 건설 기계의 전체 구성은 상승한 제 1 실시예에 있어서 도 1 등을 사용해 설명한 내용과 같고, 건설 기계 제어 시스템의 개략 구성은 상승한 제 1 실시예에 있어서 도 2 내지 도 4를 사용해 설명한 내용과 같고, 또한, 이 건설 기계의 대표적인 반자동 모드의 양태에 관해서는 상승한 제 1 실시예에 있어서 도 9 내지 도 14를 사용하여 설명한 내용과 같기 때문에, 이들에 상당하는 부분에 관해서는 설명을 생략하고 이하에서는 주로 제 1 실시예에 대하여 다른 부분에 관해서 설명한다.

이 제 3 실시예에서는 건설 기계의 암(120 내지 122)을 자동 제어 하는 경우에 목표 동작정보와 실제의 동작정보와의 편차를 극적 배제하여 제어 정밀도의 향상을 도모하도록 한다.

즉, 반자동 제어 모드시에 몸(200), 스틱(300), 버킷(400)을 피드백 제어에 의해 궤적 제어[추미 제어(追尾制御)]할 경우, 각 실린더(120 내지 122)에의 지령치는 피드백의 편차(즉, 입력 정보와 출력 정보와의 제어 오차)를 바탕으로 연산되기 때문에, 실린더 작동중의 편차를 제로로 하는 것은 곤란하고, 결과로서 버킷 이끝 위치는 목표치에 대하여 오차를 발생시키는 경우가 있다.

즉, 이러한 피드백 제어에서는 실제의 실린더 위치나 실린더 속도를 검출하고 나서 이들을 목표 실린더 위치나 목표 실린더 속도와 비교하여, 이들의 편차를 0에 가깝도록 제어를 행하기 때문에, 제어 중에 이들의 편차를 완전히 배제하는 것은 곤란하고, 이것에 의해 제어 오차가 생긴다.

본 발명의 제 3 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치는 이러한 문제를 해결하기 위하여 구성된 것으로, 몸(200), 스틱(300) 및 버킷(400)을 자동 제어할 경우에 목표 동작정보와 실제의 동작정보와의 편차를 극적 배제하도록 했다.

우선, 도 20을 사용해, 이 제 3 실시예에 있어서 컨트롤러(1)에서 행해지는 반자동 제어 모드(버킷 자동 복귀 모드를 제외한다)의 제어 알고리즘에 관해서 설명하면, 컨트롤러(1)내에는 목표치 설정 수단(80)이 설치되어 있고, 조작 레버(6, 8)의 위치에 따라 몸(200)이나 버킷(400) 등의 목표 속도(목표 동작정보)가 설정된다.

즉, 최초로 버킷 이퀄(112)의 이동 속도 및 방향을 목표 법면 설정각, 스틱 실린더(121) 및 붐 실린더(120)를 제어하는 파일럿 유압, 차량 경사각, 엔진 회전 속도의 정보로부터 구한다. 다음에 이들의 정보에 따라서 각 실린더(120, 121, 122)의 목표 속도를 연산한다. 이 때, 엔진 회전 속도의 정보는 실린더 속도의 상한을 결정하기 위한 파라미터가 된다.

또한, 콘트롤러(1)는 각 실린더(120, 121, 122)마다 독립한 제어부(1A, 1B, 1C)를 구비하고 있고, 각 제어부는 독립한 제어 피드백 루프로써 구성되어 서로 간섭하지 않도록 되어 있다(도 3, 도 4 참조).

페루프 제어(도 4 참조)내의 보상 구성은 각 제어부(1A, 1B, 1C) 모두 도 20에 도시하는 바와 같이 변위, 속도에 관한 피드백 루프와 피드 포워드 루프의 다자유도 구성으로 되어 있고, 제어 게인(제어 파라미터) 가변의 피드백 루프식 보상 수단(72)과, 제어 게인(제어 파라미터) 가변의 피드 포워드식 보상 수단(73)을 구비하여 구성되어 있다.

즉, 목표 속도가 주어지면, 피드백 루프식 보상 수단(72)에 있어서 목표 속도와 속도 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kvp)(부호 62 참조)을 곱하는 루프와, 목표 속도를 일단 적분하고(도 20의 적분 요소 61 참조), 이 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kpp)(부호 63 참조)을 곱하는 루프와, 상기 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 1 게인 계수(부호 64a 참조)나 소정의 게인(Kpi)(부호 64 참조)를 곱하고 또한 적분(부호 66 참조)을 실시하는 루프에 의해 피드백 루프 처리가 이루어지고, 또한, 피드 포워드식 보상 수단(73)에 있어서는 목표 속도에 소정의 게인(Kf)(부호 65 참조)을 곱하는 루프에 의해 피드 포워드 루프 처리가 이루어지도록 되어 있다.

여기서 본 장치에는 도 20에 도시하는 바와 같이, 실린더(120 내지 122)의 동작정보를 검출하는 동작정보 검출 수단(91)으로서 실린더 위치 검출 수단(83)이 설치되어 있고, 콘트롤러(1)에서는 동작정보 검출 수단(91)으로부터의 검출 정보와, 목표치 설정 수단(80)에 설정된 목표 동작정보(예를 들면, 목표 이동 속도)를 입력 정보로서 붐(200) 등의 암 및 작업 부재[버킷(400)]가 목표로 하는 동작 상태가 되도록 제어 신호를 설정하게 되어 있다.

또한, 본 실시예에서는 실린더 위치 검출 수단(83)은 상술한 리졸버(20 내지 22)와 신호 변환기(26)로 구성되어 있고, 리졸버(20 내지 22)에 의해 검출된 각도 정보를 신호 변환기(26)에 넣고, 이 신호 변환기(26)내에서 각도 정보를 실린더 변위 정보로 변환함으로써, 실린더 위치를 검출하게 되어 있다. 또한, 실린더 위치 검출 수단(83)으로부터의 검출 정보를 시간 미분함으로써, 실린더의 위치 정보뿐만 아니라, 실린더 속도 정보도 피드백되도록 되어 있다.

또한, 상기 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값은 게인 스케줄러(70)에 의해서 가변할 수 있게 되어 있고, 이 게인 스케줄러(70)에서는 제 2 실시예와 같이 작동유의 온도 정보나 각 실린더(120 내지 122)의 부하 정보 등에 따라서 각 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값을 보정하게 되어 있다.

또한, 비선형 제거 테이블(71)이 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)나 주 제어 밸브(13 내지 15) 등의 비선형성을 제거하기 위해서 설치되어 있지만, 이 비선형 제거 테이블(71)을 사용한 처리는 테이블 룩업 수법을 사용함으로써 컴퓨터로 고속으로 행해진다.

다음에, 제 3 실시예인 건설 기계 제어 장치의 주요부에 관해서 설명한다.

본 실시예에서는 상술한 바와 같이 피드백 루프식 보상 수단(72)에 의해 실제의 실린더 위치 정보 및 실린더 속도 정보를 입력 정보로서 피드백하고, 콘트롤러(1)에서는 이들의 정보에 따라서 붐(200)이나 버킷(400) 등이 목표로 하는 동작 상태가 되도록 각 실린더(120 내지 122)의 동작을 제어하게 되어 있다.

그러나, 이러한 피드백 제어로서는 실제의 실린더 위치나 실린더 속도를 검출하고 나서 이들을 목표 실린더 위치나 목표 실린더 속도와 비교하여 이들의 편차를 0에 가깝도록 제어가 행해지기 때문에, 제어중에 이들의 편차를 완전히 배제하는 것은 곤란하다.

그래서, 본 발명에서는 도 20, 도 21에 도시하는 바와 같이 목표치 설정 수단(80)에 설정된 목표 동작정보를 보정하기 위한 보정 정보를 기억하는 보정 정보 기억 수단(140)이 설치되고, 보정 정보 기억 수단(140)으로부터의 보정 목표 동작정보에 따라서 붐(200)이나 버킷(400)이 목표 동작 상태가 되도록, 각 유압 실린더(120 내지 122)를 제어하도록 되어 있다.

즉, 반자동 제어 모드에 의한 작업시에는 작업 개시전에 소정 회수(또는 1회)만 목표치 설정 수단(80)에서 설정된 제어 신호에 따른 시뮬레이션 동작을 행하고, 유압 실린더(120 내지 122)의 목표 위치 정보와, 동작정보 검출 수단(91)(구체적으로는 실린더 위치 검출 수단(83))으로부터 얻어지는 실제 실린더 위치 정보와의 편차(보정 정보)가 보정 정보 기억 수단(140)에 기억되게 되어 있다.

그리고, 작업 개시 때에는 보정 정보 기억 수단(140)에서 기억된 편차분의 오차 정보를 목표치 설정 수단(80)에서 설정된 제어 신호에 대하여 가함으로써, 각 유압 실린더(120 내지 122)에 미리 편차를 기대한 신호를 출력하게 되어 있다.

그리고, 이러한 제어를 행함으로써 반자동 제어 모드시에 정확한 버킷 위치 제어를 실행할 수 있도록 되어 있다.

여기서 보정 정보 기억 수단(140)에 관해서 좀더 자세히 설명하면, 보정 정보 기억 수단(140)은 도 21에 도시하는 바와 같이, 목표치 설정 수단(80)에 설정된 실린더의 목표 위치 정보를 보정하기 위한 보정 정보를 기억하는 목표 위치보정 정보 기억 수단(141)과, 목표치 설정 수단(80)에 설정된 실린더의 목표 속도를 보정하기 위한 보정 정보를 기억하는 목표 속도 보정 정보 기억 수단(142)으로 구성되어 있다. 또한, 도 21에 도시하는 바와 같이 보정 정보 기억 수단(140)은 붐 실린더(120), 스틱 실린더(121), 버킷 실린더(122)의 각각의 제어 시스템에 설치되어 있다.

또한, 보정 정보 기억 수단(140)을 구성하는 목표 위치 보정 정보 기억 수단(141)과 목표 속도 보정 정보 기억 수단(142)은 각각 동일하게 구성된 것이고, 이하에서는 이들의 기억 수단(141, 142)을 대표하여 목표 위치 보정 정보 기억 수단(141)을 사용하여 설명한다.

이 목표 위치 보정 정보 기억 수단(141)은 도 21에 도시하는 바와 같이, 기억부(메모리)(141a)와, 증폭부(141b)와, 입력 스위치[(Sin)(141c)]와, 출력 스위치 [(Sout)(141d)]를 구비하고 있고, 입력 스위치(141c)를 닫으면, 목표치 설정 수단(80)에 설정된 실린더 목표 위치 정보와 실린더 위치 검출 수단(83)에 의해 검출된 실제의 실린더 위치와의 편차(보정 정보)가 기억부(141a)에 입력되도록 되어 있고, 이 편차가 기억부(141a)에 메모리 되도록 되어 있다. 또한, 이러한 편차(보정 정보)의 수집 동작은 반자동 제어 모드시에 있어서, 작업 모드를 변경할 때마다 실행되도록 되어 있다.

또한, 입력 스위치(141c)를 열고 출력 스위치(141d)를 닫으면 기억부(141a)로부터의 편차 정보가 증폭부(141b)를 거쳐 출력되며, 목표치 설정 수단(80)에 설정된 실린더 목표 위치 정보에 가산된다.

이것에 의해, 각 유압 실린더(120 내지 122)에 출력되는 위치 및 속도의 제어 신호는 미리 오차분을 고려한 신호가 입력되므로 실제의 유압 실린더 위치와 목표 실린더 위치와의 편차를 없앨 수 있고, 정확하고 확실한 이괄 위치 제어를 행할 수 있다.

예를 들면, 시뮬레이션 동작시에 목표 실린더 위치와 실제 실린더 위치와의 편차가 도 22a에 도시하는 특성 데이터로서 얻어진 경우에는 목표치 설정 수단(80)에 설정된 목표 실린더 위치 정보(도 22b에 실선으로 나타낸다)에 대하여 도 22a에 도시하는 편차분의 정보가 가미되고, 이것에 의해, 실제로는 도 22b 점선으로 도시하는 특성의 제어 신호가 유압 실린더(120 내지 122)에 입력된다.

또한, 도 21에 도시하는 목표 속도 보정 정보 기억 수단(142)내의 부호(142a내지 142d)는 각각 상술의 기억부(141a), 증폭부(141b), 입력 스위치(141c) 및 출력 스위치(141d)에 대응한 것이고, 각각 기억부(141a), 증폭부(141b), 입력 스위치(141c) 및 출력 스위치(141d)와 같은 기능을 갖고 있다.

또한, 도 22a, 도 22b에 있어서는 횡축을 스틱 실린더 위치로서 설정하고 있지만, 도 22a, 도 22b의 횡축을 시간으로서 설정할 수도 있다.

또한, 이러한 보정 정보 기억 수단(140)을 사용해 목표 실린더 위치와 실제 실린더 위치와의 편차 정보를 얻도록 한 경우에는 실제의 실린더 위치와 목표 실린더 위치와의 편차를 0으로 할 수 있기 때문에, 이 경우에는 피드백 루프식 보상 수단(73)에 의한 PID 제어의 기여는 낮아진다. 그렇지만, 반자동 제어 모드에 의한 작업중에 각 유압 실린더(120 내지 122)의 부하가 변동한다고도 생각되고, 이러한 외란 작용시에는 피드백 루프식 보상 수단(73)에 의해, 목표 실린더 위치와 실제 실린더 위치와의 편차를 없애는 제어가 행해진다.

본 발명의 제 3 실시예로서의 건설 기계의 제어 장치는 상술한 바와 같이, 컨트롤러(1)에 목표치 설정 수단(80)에 설정된 목표 동작정보를 보정하기 위한 보정 정보를 기억하는 보정 정보 기억 수단(140)을 설치하고, 이 보정 정보 기억 수단(140)으로부터의 보정 목표 동작정보에 따라서 펌(200) 등의 동작이 목표 동작 상태가 되도록, 각 유압 실린더(120 내지 122)가 제어되므로 버킷(400)의 이괄 위치 제어의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

여기서 이 보정 정보 기억 수단(140)에 의한 보정 정보의 수집 및 출력에 관해서 설명하면, 우선, 오퍼레이터가 반자동 제어로 바뀌고 법면 굴삭 모드 중 어느작업 모드를 설정하면 목표치 설정 수단(80)에 의해, 이 작업 모드에 따른 목표 실린더 위치 및 목표 실린더 속도가 설정된다.

또한, 보정 정보 기억 수단(140)에서는 반자동 제어로의 변환 조작과 동기(同期)하여 입력 스위치(141c)가 닫혀짐과(온으로 전환된다) 동시에, 출력 스위치(141d)가 열린다(오프로 전환된다).

그리고, 목표치 설정 수단(80)에서 설정된 목표 실린더 위치 및 목표 실린더 속도의 제어 신호에 따라서 펌(200) 등의 유압 실린더(120 내지 122)의 시뮬레이션 동작(소정의 동작)이 실행된다.

이 때, 실린더 위치 검출 수단(83)에 의해 유압 실린더(120 내지 122)의 실제 실린더 위치 및 실제 실린더 속도가 검출되지만, 이 검출 신호는 피드백 루프식 보상수단(72)을 거쳐서 입력측으로 복귀되고, 목표 실린더 위치 및 목표 실린더 속도와의 편차(도 22a 참조)가 산출된다.

또한, 상술한 바와 같이 이 시뮬레이션 동작시에는 입력 스위치(141c)가 온이고, 출력 스위치(141d)는 오프로 되어 있으므로, 이 편차 정보는 입력 스위치(141c)를 거쳐서 보정 정보 기억 수단(140)의 기억부(141b)에 메모리된다. 또한, 상술의 편차는 목표 실린더 위치(속도)와, 피드백 제어 및 피드 포워드 제어에 의한 실제 실린더 위치(속도) 사이에 생긴 제어 오차이다.

그리고, 이러한 시뮬레이션 동작이 소정 회수(예를 들면 1회) 실행되면, 이번은 입력 스위치(141c)가 오프로 전환됨과 함께, 출력 스위치(141d)가 온으로 바뀌어지고, 실제의 반자동 제어 모드에 의한 작업이 개시된다.

이 경우는 기억부(141b)에 메모리된 편차 정보가 증폭부(141c) 및 출력 스위치(141d)를 거쳐 출력되고 목표치 설정 수단(80)으로부터의 정보에 가산된다.

따라서, 실제 제어시에는 목표치 설정 수단(80)으로부터의 정보에 편차 정보를 가미한 제어 신호(도 22b에 점선으로 나타낸다)가 유압 실린더(120 내지 122)에 출력됨으로써, 실제 제어에 있어서의 목표 실린더 위치(속도)와, 실제 실린더 위치(속도) 사이의 편차를 극력 배제할 수가 있다.

즉, 반자동 제어 모드에 의한 작업 개시 이전에는 이 제어 모드에 따른 시뮬레이션 동작을 행하여 목표 실린더 위치(속도)와 실제 실린더 위치(속도)와의 편차 정보가 기억됨과 함께 실제의 제어 개시때에는 이 편차 정보를 목표 실린더 위치 정보에 가하여 각 유압 실린더(120 내지 122)에의 제어 신호가 보정된다.

따라서, 각 유압 실린더(120 내지 122)에는 이 편차분을 기대하여 보정된 제어 신호가 입력됨으로써, 각 유압 실린더(120 내지 122)의 위치 제어, 속도 제어의 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다. 또한, 이것에 의해, 이괄 위치의 제어 정밀도도 대폭 향상시킬 수 있다.

또한, 본 발명의 건설 기계의 제어 장치에서는 보정 정보 기억 수단(140)의 간단한 회로를 설치하는 간단

한 구성에 의해, 비용 증가나 중량 증가가 거의 없는 이점도 있다.

(4) 제 4 실시예의 설명

다음에, 제 4 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치에 관해서 주로 도 24 내지 도 26를 사용하여 설명한다. 또한, 이 제 4 실시예가 적용되는 건설 기계의 전체 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 1 등을 사용하여 설명한 내용과 같고, 건설 기계 제어 시스템의 개략 구성은 상술한 실시예에 있어서 도 2 내지 도 4를 사용하여 설명한 내용과 같으며, 또한 이 건설 기계의 대표적인 반자동 모드의 양태에 대해서는 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 9 내지 도 14를 사용해 설명한 내용과 같기 때문에, 여기에 상당하는 부분에 관해서는 설명을 생략하고, 이하에서는 주로 제 1 실시예에 대하여 다른 부분에 관해서 설명한다.

상술한 바와 같이, 유압 서블은 적어도 붐(200) (유압 실린더(120)) 및 스택 (300) (유압 실린더(121))가 전자 밸브 등을 사용해 각각 독립한 상기 제어 시스템(피드백 루프 제어 시스템)에 의해 제어되게 되어 있다.

그런데, 일반적으로 유압 서블로서는 예를 들면 지면을 평탄하게 하는(법면 형성)작업을 하기 위해서 버킷(400)의 이빨(즉, 스택(300))을 직선적으로 움직이는 동작이 필요하지만, 상술한 바와 같은 것에서는 붐(200) 및 스택(300)을 각각 유압 실린더(120, 121)에 의해 독립하여 제어하게 되어 있기 때문에, 법면을 고정밀도로 완성하는 것이 매우 곤란하다.

즉, 상술한 바와 같이 붐(200) 및 스택(300)을 전자 밸브 등을 사용해 전기적으로 피드백 제어할 경우, 각각 대응하는 유압 실린더(120, 121)를 독립하여 제어하면, 가령 각각의 피드백 제어 편차가 작더라도 붐(200), 스택(300) 위치(자세)에 의해서는 이들의 제어 편차를 무시할 수 없고, 목표로 하는 버킷(400)의 이빨 위치(재어 목표치)에 대한 오차가 매우 커질 경우가 있다.

예를 들면, 버킷(400)이 이제부터 법면을 형성하려고 하는 위치에 있을 때에 상기 제어 편차를 위해 스택(300)에 대하여 붐(200)의 제어가 늦어지면, 버킷(400)의 이빨이 지면에 파고 들어가게 되고, 반대로 붐(200)에 대하여 스택(300)의 제어가 늦어지면, 버킷(400)이 허공에 뜬 채로 동작하는 상태가 된다.

이와 같이 붐(200) 및 스택(300)을 각각 완전히 독립 제어하면, 제어 목표치를 유지하면서 붐(200) 및 스택(300)을 동작시키는 것이 극히 곤란하게 된다.

그래서, 본 발명의 제 4 실시예인 건설 기계의 제어 장치에서는 상기 피드백 제어시의 제어 편차를 고려해 붐(200), 스택(300) 등의 암 부재를 제어함으로써, 항상 피드백 편차 정보를 없앤 이상적인 상태로 암 부재를 동작시켜 소정의 작업을 고정밀도로 행할 수 있도록 구성되어 있다.

구체적으로는, 본 실시예에서는 후술하는 바와 같이 법면 굴삭 모드에 있어서 스택(300) 및 버킷(400)의 이빨(112)를 고정밀도로 직선적으로 움직일 수 있도록, 종래와 같이 붐(200), 스택(300)을 완전히 독립한 피드백 제어 시스템에 의해 제어하지 않고, 서로 연계하여 제어하도록 구성되어 있다.

또한, 본 실시예에서는 스택 조작 레버(8)는 설정된 굴삭 사면에 대하여 평행 방향의 버킷 이빨 이동 속도를 결정하는 것으로서 사용되고, 붐/버킷 조작 레버 (6)는 설정 사면에 대하여 수직 방향의 버킷 이빨 이동 속도를 결정하는 것으로서 사용된다. 따라서, 스택 조작 레버(8)와 붐/버킷 조작 레버(6)의 동시 조작시는 설정 사면에 대하여 평행 및 수직 방향의 합성 벡터로써 버킷 이빨의 이동 방향과 그 속도가 결정된다.

또한, 본 실시예에서는 신호 변환기(26)와 물 자세 검출 수단으로서의 리졸버(20)로 붐 유압 실린더(120)의 신축 변위 정보를 검출하는 붐 유압 실린더 신축 변위 검출 수단이 구성되고, 신호 변환기(26)와 스택 자세 검출 수단으로서의 리졸버(21)로 스택 유압 실린더(121)의 신축 변위 정보를 검출하는 스택 유압 실린더 신축 변위 검출 수단이 구성되어 있다.

다음에, 컨트롤러(1)로 행해지는 반자동 시스템의 제어 알고리즘에 관해서 설명하면, 이 컨트롤러(1)로써 행해지는 반자동 제어 모드(버킷 자동 복귀 모드를 제외한다)의 제어 알고리즘은 도 23에 개략적으로 도시되어 있고, 또한, 컨트롤러 (1)의 주요부 구성에 관해서는 도 24에 도시되어 있다.

또한, 도 23에 도시하는 제어 알고리즘 및 도 24에 도시하는 블록도는 제 1 실시예에 있어서 도 4 및 도 5를 사용해 설명한 것과 거의 같지만, 일부 다른 부분도 있으므로, 이하 새롭게 도 23 및 도 24에 관해서 설명한다.

우선, 도 23에 도시하는 제어 알고리즘에 관해서 설명하면, 최초로 버킷 이빨(112)의 이동 속도 및 방향을 목표 법면 설정각, 스택 실린더(121) 및 붐 실린더 (120)를 제어하는 파일럿 유압, 차량 경사각, 엔진 회전 속도의 정보에서 구한다. 다음에 그 정보를 기초로 각 실린더(120, 121, 122)의 목표 속도를 연산한다. 이 때, 엔진 회전 속도의 정보는 실린더 속도의 상한을 결정할 때 필요하다.

또한, 컨트롤러(1)는 각 실린더(120, 121, 122)마다 제어부(1A, 1B, 1C)를 구비하고 있고, 각 제어는 도 23에 도시하는 바와 같이, 제어 피드백 루프로써 구성되어 있다.

도 23에 도시하는 페루프 제어 내의 보상 구성은 각 제어부(1A, 1B, 1C) 모두 도 24에 도시하는 바와 같이 변위, 속도에 관한 피드백 루프와 피드 포워드 루프의 다자유도로 구성되어 있고, 제어 게인(제어 파라미터) 가변의 피드백 루프식 보상수단(72)과, 제어 게인(제어 파라미터) 가변의 피드 포워드식 보상 수단(73)을 구비하여 구성되어 있다.

즉, 목표 속도가 주어지면 피드백 루프 처리에 관해서는 목표 속도와 속도 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kvp)(부호62 참조)을 곱하는 루프와, 목표 속도를 일단 적분하고(도 24의 적분 요소 61 참조), 이 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kpp)(부호 63 참조)를 곱하는 루프와, 상기 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kpi)(부호 64 참조)을 곱하고, 또한 적분(부호 66 참조)을 실시하는 루프에 의한 처리가 이루어지고, 또한 피드 포워드 루프 처리에 관해서는 목표 속도에 소정의 게인(Kf)(부호 65 참조)을 곱하는 루프에 의한 처리가 이루어지게 된다.

이 중, 피드백 루프 처리에 관해서 좀더 자세히 설명하면, 본 장치에는 도 24에 도시하는 바와 같이 실린더(120 내지 122)의 동작정보를 검출하는 동작정보 검출 수단(91)이 설치되어 있고, 컨트롤러(1)에서는 이 동작정보 검출 수단(91)으로부터의 검출 정보와, 목표치 설정 수단(80)에 설정된 목표 동작정보(예를 들면, 목표 이동 속도)를 입력 정보로서 붐(200) 등의 암 부재 및 작업 부재[(버킷)(400)]가 목표로 하는 동작 상태가 되도록 제어 신호를 설정한다.

또한, 동작정보 검출 수단(91)은 구체적으로는 붐(200), 스틱(300)의 자세를 검출하는 자세 정보 검출 수단(83)이지만, 이 자세 정보 검출 수단(83)은 후술하는 운전상태 검출 수단(90)으로서의 기능을 겸해하고 있고, 이러한 동작정보 검출 수단(91)과 후술의 운전상태 검출 수단(90)에 의해 검출 수단(93)이 구성되어 있다.

한편, 상기 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값은 각각 게인 스케줄러(제어 파라미터용 스케줄러)(70)에 의해 변경가능하게 구성되어 있고, 이와 같이 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값을 변경, 보정함으로써 붐(200)이나 버킷(400) 등을 목표로 하는 동작 상태로 제어하게 된다.

즉, 본 장치에는 도 24에 도시하는 바와 같이 작동유의 오일 온도를 검출하는 오일 온도 검출 수단(81)과, 각 실린더(120 내지 122)의 부하를 검출하는 실린더 부하 검출 수단(82)과 각 실린더의 위치 정보를 검출하는 실린더 위치 검출 수단(83)을 구비한 운전상태 검출 수단(90)이 설치되어 있고, 상기 게인 스케줄러(70)는 이 운전상태 검출 수단(90)으로부터의 검출 정보(즉, 건설 기계의 운전 정보)에 따라서 각 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)을 변경하도록 구성되어 있다.

이 중, 오일 온도 검출 수단(81)은 전자 비례 밸브(3A, 3B, 3C) 근방에 설치된 온도 센서이고, 게인 스케줄러(70)에서는 유압 실린더(120 내지 122)에 관련하는 온도에 따라서 각 게인을 보정하도록 되어 있다. 또한, 유압 실린더(120 내지 122)에 관련하는 온도란, 예를 들면, 제어용 유(파일럿 오일)의 온도이고, 여기서의 파일럿 오일의 온도가 작동유의 온도를 대표하는 대표 오일 온도로서 검출되도록 되어 있다.

또한, 도 24에 도시하는 바와 같이 비선형 제거 테이블(71)이 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)나 주 제어 밸브(13 내지 15) 등의 비선형성을 제거하기 위해서 설치되어 있지만, 이 비선형 제거 테이블(71)을 사용한 처리는 테이블 룩업 수법을 사용함으로써, 컴퓨터로써 고속으로 행해지도록 되어 있다.

그런데, 도 25에 도시하는 바와 같이 본 실시예에서는 붐 제어 시스템[(제 1 제어 시스템)(1A')]에 스틱 제어 시스템[(제 2 제어 시스템)(1B')]에서의 피드백 제어 편차(피드백 편차 정보)가 공급됨과 함께, 스틱 제어 시스템(1B')에 붐 제어 시스템(1A')에서의 피드백 제어 편차가 공급되고 각 제어 시스템(1A', 1B')에 있어서 이 피드백 제어 편차에 따라서 붐/실린더의 제어 목표치(위치, 속도)의 보정을 행하도록 되어 있다.

이 때문에 컨트롤러(1)는 도 25에 도시하는 바와 같이 상기 붐 제어 시스템(1A'), 스틱 제어 시스템(1B')의 이외에 스틱 제어 시스템(1B')에서의 피드백 제어 편차에 따라서 붐 제어 시스템(1A')의 제어 목표치를 보정하는 붐(제 1) 보정 제어 시스템(11A')으로서 붐(제 1) 보정치 발생부(111A)와 붐(제 1) 중량 계수 부가부(112A)를 구비함과 함께, 붐 제어 시스템(1A')에서의 피드백 제어 편차에 따라서 스틱 제어 시스템(1B')의 제어 목표치를 보정하는 스틱(제 2) 보정 제어 시스템(11B')으로서, 스틱(제 2) 보정치 발생부(111B)와 붐(제 2) 중량 계수 부가부(112B)를 갖고 있다.

여기서 상기 붐 보정치 발생부(111A)는 스틱 제어 시스템(1B')에서의 피드백 제어 편차(이하, 단지 제어 편차라는 것이 있다)로부터 붐 제어 시스템(1A')에서의 붐 실린더(120)의 제어 목표치를 보정하기 위한 붐 보정치(붐 수정량)를 발생하는 것으로, 여기서는 이 도 25에 도시하는 바와 같이 다른 제어 시스템인 스틱 제어 시스템(1B')으로부터의 제어 편차의 크기에 거의 비례하여 붐 보정치를 크게 하도록 설정되어 있다.

또한, 붐 보정치 발생부(111B)는 붐 제어 시스템(1A')에 있어서의 제어 편차로부터 스틱 제어 시스템(1B')에서의 스틱 실린더(121)의 제어 목표치를 보정하기 위한 붐 보정치를 발생하는 것으로, 상술의 붐 보정치 발생부(111A)와 같이 다른 제어 시스템인 붐 제어 시스템(1A')로부터의 제어 편차 크기에 거의 비례하여 붐 보정치를 크게하도록 설정되어 있다.

또한, 붐 중량 계수 부가부(112A), 스틱 중량 계수 부가부(112B)는 각각 대응하는 붐 보정치 발생부(111A), 스틱 보정치 발생부(111B)에서 발생한 붐 보정치, 스틱 보정치에 대하여 중량 계수를 부가하는 것으로, 여기서는 예를 들면 도 26에 도시하는 바와 같이 붐 보정치에는 붐 중량 계수 부가부(112A)에 의해 실선으로 나타내는 특성(버킷(400)의 이끝 위치와 건설 기계 본체(100)와의 거리에 따라서 부가하는 계수의 +-(正負)가 교차하는 특성)을 갖는 붐 중량 계수가 곱해지는 한편, 스틱 보정치에는 스틱중량 계수와 부가부(112B)에 의해 점선으로 나타내는 특성(상기 붐 중량 계수와 거의 역특성)을 갖는 스틱 중량 계수가 곱해지도록 되어 있다.

이것에 의해, 각 보정 제어 시스템(11A, 11B)에서는 각 제어 시스템(1A', 1B')에 있어서의 제어 목표치를 보정하기 위한 보정치가 가변으로 되어 제어 목표치의 보정을 유연하게 할 수 있게 된다. 또한, 상술과 같은 중량 계수 부가부(112A)(112B)는 각 보정 제어 시스템(11A, 11B) 중 어느 한쪽만에 설치할 수도 있지만, 여기서는 이와 같이 각 보정 제어 시스템(11A, 11B) 양쪽에 설치함으로써, 후술하는 제어 편차의 상쇄를 고속으로 행할 수 있도록 하고 있다.

이하, 상술한 바와 같이 구성된 컨트롤러(1)에서의 제어 목표치의 보정 처리에 관해서 설명한다. 예를 들면, 법면 굴삭 모드(버킷 이끝 직선 굴삭 모드)에 있어서 버킷(400)의 이끝 위치가 건설 기계 본체(100)에 가까운 장소에 위치할 때에 붐(200)[붐 실린더(120)]의 제어가 스틱(300)[스틱 실린더(121)]의 제어에 대하여 늦어지면 스틱(300)의 동작 속도가 상대적으로 증가하여 스틱 제어 시스템(1B')에 있어서 제어 편차가 생긴다.

이 제어 편차는 붐 보정 제어 시스템(11A)의 붐 보정치 발생부(111A)에 입력되고 붐 보정치 발생부(111A)는 받은 제어 편차의 크기에 따라서 붐 실린더(120)의 제어 목표치를 올리기를 위한 붐 보정치를 발생시키지만, 버킷(400)의 이끝 위치가 건설 기계 본체(100)에 가까운 장소에 위치하므로, 이 붐 보정치에는 붐 중

량 계수 부가부(112A)에 있어서 그 값을 크게하는 + (正)의 중량 계수가 곱해진다(도 26 중의 실선 참조). 그리고, 이와 같이 중량 계수를 곱한 붐 보정치는 붐 실린더(120)의 목표치와 가산되고, 이 결과 붐 실린더(120)의 동작 속도가 증가한다.

한편, 이 때 붐 제어 시스템(1A')에서 생긴 제어 편차가 스택 보정 제어 시스템(11B)의 스택 보정치 발생부(111B)에 입력되어 있고, 스택 보정치 발생부(111B)는 받은 제어 편차의 크기에 따라서 상술의 붐 보정치 발생부(111A)와는 반대로 스택 실린더(121)의 제어 목표치를 감소시키기 위한 스택 보정치를 발생시키지만, 상술한 버킷(400)의 이끝 위치가 건설 기계 본체(100)에 가까운 장소에 위치하므로 이 스택 보정치에는 스택 중량 계수 부가부(112B)에서 그 값을 작게 하는 - (負)의 중량 계수가 곱해진다(도 26중의 점선 참조).

그리고, 이와 같이 중량 계수를 곱한 스택 보정치는 스택 실린더(121)의 목표치와 가산되고 이 결과, 스택 실린더(121)의 동작 속도가 감소한다.

이것에 의해, 붐 제어 시스템(1A')에서의 제어 편차와 스택 제어 시스템(1B')에서의 제어 편차가 서로 상쇄됨으로써, 붐(200), 스택(300)은 법면 굴삭 모드(버킷 이끝 직선 굴삭 모드)에서의 직선적인 굴삭 작업을 안정되게 고정밀도로 행할 수 있다.

또한, 버킷(400)의 이끝 위치가 건설 기계 본체(100)로부터 먼 장소에 위치할 때에 붐(200)(붐 실린더(120))의 제어가 스택(300)[스택 실린더(121)]의 제어에 대하여 늦어지면 스택(300)의 동작 속도도 늦지만, 이 경우는 붐 중량 계수 부가부(112A)에서 붐 보정치에 - (負)의 중량 계수가 곱해짐과 함께, 스택 중량 계수 부가부(112B)에서 붐 보정치에 + (正)의 중량 계수가 곱해지므로, 스택 실린더(121)의 동작 속도가 상대적으로 증가하고 제어 편차가 서로 상쇄된다.

즉, 상술의 컨트롤러(1)는 붐(200), 스택(300)을 각각 제어할 때, 자신 이외의 제어 시스템(1B', 1A')에서의 제어 편차에 따라서, 자신의 제어 시스템(1A', 1B')에서의 제어 목표치를 보정하면서 붐(200), 스택(300)을 서로 연계하여 제어하고 항상 각 제어 시스템(1A', 1B')에서의 제어 편차를 없앤 이상적인 상태로 붐(200), 스택(300)을 동작시키게 되어 있다.

본 발명의 제 4 실시예로서의 건설 기계의 제어 장치는 상술한 바와 같이 구성되어 있기 때문에 유압 서클을 사용하고, 도 13에 도시하는 목표 법면각(α)의 법면 굴삭 작업을 반자동으로 행할 때에 상기과 같은 반자동 제어 기능을 실현할 수 있다. 즉, 유압 서클에 탑재된 컨트롤러(1)에 여러 가지 센서로부터의 검출 신호(목표 법면각의 설정 정보를 포함한다)가 입력되고 이 컨트롤러(1)가 이들의 센서로부터의 검출 신호(신호 변환기(26)를 거친 리졸버(20 내지 22)에서의 검출 신호도 포함한다)에 따라서 전자 비례 밸브(3A, 3B, 3C)를 거쳐 주재어 밸브(13, 14, 15)를 제어함으로써, 붐(200), 스택(300), 버킷(400)이 소망의 신축 변위가 되는 제어를 실시하고 상기과 같은 반자동 제어를 실현한다.

그리고, 이 반자동 제어에 있어서는 우선, 버킷 이끝(112)의 이동 속도 및 방향을 목표 법면 설정각, 스택 실린더(121) 및 붐 실린더(120)를 제어하는 파일럿 유압, 치량 경사각, 엔진 회전 속도의 정보에서 구하고, 그 정보를 기초로 각 실린더(120, 121, 122)의 목표 속도를 연산한다. 이 때 엔진 회전 속도의 정보는 실린더 속도의 상한을 결정할 때 필요하다.

또한, 이 때의 제어는 기본적으로 각 실린더(120, 121, 122)마다 피드백 루프로 하고 있지만, 본 실시예에서는 전술하였듯이 붐(200)(붐 실린더(120)), 스택(300)[스택 실린더(121)]를 각각 제어할 때, 자신 이외의 다른 제어 시스템(1B', 1A')에서의 제어 편차에 따라서 자신의 제어 시스템(1A', 1B')에서의 제어 목표치를 각각 보정 제어 시스템(11A, 11B)에서 보정하면서 붐(200), 스택(300)을 서로 연계 제어하여, 항상 각 제어 시스템(1A', 1B')에서의 제어 편차를 없앤 이상적인 상태에서 붐(200), 스택(300)을 동작시킨다.

이상 상술한 바와 같이, 본 실시예로서의 건설 기계의 제어 장치에서는 붐(200)(붐 실린더(120)), 스택(300)[스택 실린더(121)]를 종래와 같이 각각 완전히 독립한 피드백 제어 시스템에 의해 제어하는 것은 아니고, 자신 이외의 다른 제어 시스템(1B', 1A')에서의 제어 편차에 따라서 자신의 제어 시스템(1A', 1B')에서의 제어 목표치를 각각 보정 제어 시스템(11A, 11B)에서 보정하면서 붐(200), 스택(300)을 서로 연계 제어하여, 항상 각 제어 시스템(1A', 1B')에서의 제어 편차를 없앤 이상적인 상태에서 붐(200), 스택(300)을 동작시키기 때문에 모든 건설 작업(특히 버킷 이끝 직선 굴삭 모드에서의 작업)을 극히 고정밀도로 행할 수 있고, 작업의 완성 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 리졸버(20, 21), 신호 변환기(26)를 사용해, 붐(200), 스택(300)의 자세 정보를 각각 유압 실린더(120, 121)의 신축 변위 정보를 검출함으로써, 간편하게 검출할 수가 있으므로, 간단한 구성으로 붐(200), 스택(300)의 자세 정보를 정확히 얻을 수 있다.

또한, 도 25를 사용하여 설명한 바와 같이, 붐 보정 제어 시스템(11A)에 붐 보정치 발생부(111A)를 설치하고 스택 보정 제어 시스템(11B)에 스택 보정치 발생부(111B)를 설치하는 간단한 구성으로 붐 제어 시스템(1A')의 제어 목표치를 보정하기 위한 붐 보정치, 스택 제어 시스템(1B')의 제어 목표치를 보정하기 위한 스택 보정치를 각각 발생시켜 확실하게 붐 실린더(120), 스택 실린더(121)의 제어 목표치의 보정을 행할 수 있기 때문에 보정 처리시의 신뢰성도 향상된다.

또한, 붐 보정 제어 시스템(11A)에 붐 중량 계수 부가부(112A)를 설치함과 함께 스택 보정 제어 시스템(11B)에 스택 중량 계수 부가부(112B)를 설치함으로써, 각 보정치를 필요에 따라 가변으로 할 수 있도록 되어 있어, 붐 실린더(120), 스택 실린더(121)의 제어 목표치의 보정을 유연하게 행할 수 있고, 붐(200), 스택(300)이 어떠한 상태(자세)에 있더라도 항상 최적의 보정, 제어를 고속으로 행할 수 있다. 또한, 이러한 중량 계수 부가부(112A(112B))는 각 보정 제어 시스템(11A, 11B)의 어느 한쪽만에 설치하도록 할 수 있다.

(5) 제 5 실시예의 설명

다음에 제 5 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치에 관해서 주로 도 27, 도 28를 사용하여 설명한다. 또

한, 이 제 5 실시예가 적용되는 건설 기계의 전체 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 1 등을 사용하여 설명한 내용과 같고, 건설 기계 제어 시스템의 개략 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 2 내지 도 4를 사용하여 설명한 내용과 같으며, 또한 이 건설 기계의 대표적인 반자동 모드의 양태에 관해서는 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 9 내지 도 14를 사용하여 설명한 내용과 같기 때문에 이들에 상당하는 부분에 관해서는 설명을 생략하고 이하에서는 주로 제 1 실시예에 대하여 다른 부분에 관해서 설명한다.

일반적으로, 유압 서클에 의한 건설 작업에 있어서는 지면의 수평 균일(법면 형성) 등, 버킷(400)의 이끝을 직선적으로 움직이는 동작(버킷 이끝 직선 굴삭 모드로 불린다)이 필요한 경우가 있다. 이 경우, 유압 서클의 제어 장치에서는 붐 (200)(유압 실린더(120)), 스택(300)(유압 실린더(121))를 각각 전자 밸브 등을 사용하여 전기적으로 독립하여 피드백 제어함으로써 상기 동작을 실현하고 있다.

구체적으로는 예를 들면, 스택(300)용 조작 레버(이하, 스택 조작 레버라고 한다)의 조작 위치로부터 얻어지는 목표 버킷 이끝 위치에 따라서 각 유압 실린더 (120, 121)의 목표 위치(제어 목표치)를 소정의 연산에 의해 구하고, 얻어진 목표치에 따라서 각 유압 실린더(120, 121)를 각각 독립하여 피드백 제어한다.

종래의 유압 서클의 제어 장치에서는 목표 버킷 이끝 위치로부터 얻어진 제어 목표치에 따라서 각 유압 실린더(120, 121)를 각각 독립하여 피드백 제어하므로, 예를 들면, 버킷(400)이 건설 기계 본체(100)에 대하여 만측방향에 위치한 상태에서 스택(300)을 건설 기계 본체(100)측에 당겨서 버킷(400)의 이끝을 직선적으로 움직이고자 하는 경우에 붐(200)의 위치 편차가 작고 (지연이 적다), 스택 (300)의 위치 편차가 크면(지연이 많다), 실제 버킷(400)의 이끝 위치가 목표 위치 (목표 법면)보다 뒤편으로 어긋난 상태로 되어 결과로서 법면의 완성 정밀도가 대폭 저하하는 문제가 있다.

그래서, 본 발명의 제 5 실시예의 건설 기계의 제어 장치에서는 암 부재(붐 또는 스택)의 실제 위치(자세)를 고려하면서 암 부재의 동작을 제어하도록 구성되어 있고, 이것에 의해 소정의 건설 작업의 정밀도 향상을 도모한다.

우선, 본 실시예인 건설 기계의 제어 장치의 전체 구성에 관해서 설명하면, 이 건설 기계의 제어 장치는 상술한 각 실시예와 같이 실린더(120 내지 122)나 유압 모터나 선회 모터를 위한 유압 회로가 설치되어 있고, 이 유압 회로에는 엔진 (700)에 의해서 구동되는 펌프(51, 52), 주제어 밸브(control valve)(13, 14, 15) 등이 장치되어 있다(도 2 참조).

또한, 본 실시예에서는 이 유압 회로에 각 실린더(120 내지 122)의 선속 변위 속도가 실린더(120 내지 122)에 작용하는 부하에 의존하는(예를 들면, 굴삭 작업시에 지면으로부터 받는 힘에 따라서 선속 변위 속도가 늦어진다) 오픈 센터형의 위치 연산부(합성 제어 목표치 연산 수단 또는 합성 붐 제어 목표치 연산 수단)(35)를 구비하여 구성되어 있다. 또한, 페루프 제어부(1A, 1B)는 각각 도 3, 도 4 및 도 24에 도시하는 것과 동일하게 구성되어 있다.

여기서 목표 버킷 이끝 위치 검출부(31)는 붐/스택 조작 레버(암 기구 조작 부재)(6)의 조작 위치 정보를 검출하고, 연산 목표 스택 위치 설정부(스택 제어 목표치 설정 수단)(32)은 이 목표 버킷 이끝 위치 검출부(31)에서 검출된 조작 위치 정보로부터 스택 제어를 위한 목표 스택 위치(스택 제어 목표치)를 소정의 연산에 의해 구한다.

구체적으로, 이 연산 목표 스택 위치 설정부(32)에서는 이하에 나타내는 연산처리에 의해, 목표 버킷 이끝 위치 검출부(31)에서 얻어지는 조작 레버(6)의 조작 위치 정보로서의 목표 버킷 이끝 위치(x_{115} , y_{115})로부터 연산 목표 스택 위치(스택 실린더 길이)($\lambda_{103/105}$)를 구한다 (도 8 참조). 또한, $L_{i/j}$ 는 고정 길이, $\lambda_{i/j}$ 는 가변 길이, $A_{i/j/k}$ 는 고정각, $\theta_{i/j/k}$ 는 가변각을 나타내고, L의 첨자 i/j는 절점(i, j) 사이를 나타내며 A, θ 의 첨자 i/j/k는 절점(i, j, k)을 $i \rightarrow j \rightarrow k$ 의 순으로 연결하는 것을 나타낸다. 따라서 예를 들면 $L_{101/102}$ 는 절점(101)과 절점(102)과의 거리를 나타내고, $\theta_{103/104/105}$ 는 절점(103 내지 105)을 절점(103) \rightarrow 절점(104) \rightarrow 절점(105)의 순으로 연결할 때에 이루어지는 각도를 나타낸다. 또한, 여기서도 도 8에 도시하는 바와 같이 절점(101)을 xy 좌표의 원점으로 가정한다.

우선, 연산 목표 스택 위치($\lambda_{103/105}$)는 여현 정리에 의해, 다음식 (2-1)과 같이 나타낸다.

$$\lambda_{103/105} = (L_{103/104}^2 + L_{104/105}^2 - 2L_{103/104} \cdot L_{104/105} \cdot \cos \theta_{103/104/105})^{1/2} \quad \cdots (2-1)$$

여기서, 상기 $L_{103/104}$, $L_{104/105}$ 는 각각 기지의 고정치이므로, $\theta_{103/104/105}$ 를 구하면 스택 위치 $\lambda_{103/105}$ 를 구할 수 있다. 도 8에서 $\theta_{103/104/105}$ 는

$$\theta_{103/104/105} = 2\pi - A_{105/104/108} - A_{101/104/103} - \theta_{101/104/115} - \theta_{108/104/115} \quad \cdots (2-2)$$

로 나타낼 수 있다. 상기 $A_{105/104/108}$, $A_{101/104/103}$ 는 각각 고정각이므로 $\theta_{101/104/115}$, $\theta_{108/104/115}$ 를 각각 구할 수 있다.

우선, $\theta_{101/104/115}$ 는 여현정리로부터,

$$\theta_{101/104/115} = \cos^{-1} [(L_{101/104}^2 + \lambda_{104/115}^2 - \lambda_{101/115}^2) / 2L_{101/104} \cdot \lambda_{104/115}] \quad \cdots (2-3)$$

으로 나타낼 수 있다.

여기서 $\lambda_{101/115} = (x_{115}^2 + y_{115}^2)^{1/2}$ 이고, x_{115} , y_{115} 는 각각 버킷 이끝 위치 검출부(31)에서 얻어진 지치(既知)의 값이다.

한편, $\theta_{108/104/115}$ 는 여현정리로부터

$$\theta_{108/104/115} = \cos^{-1} [(L_{104/108}^2 + \lambda_{104/115}^2 - L_{108/115}^2) / 2L_{104/108} \cdot \lambda_{104/115}] \quad (2-4)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 상

기 $\lambda_{104/115}$ 는,

$\lambda_{104/115} = (\lambda_{104/108}^2 + \lambda_{108/115}^2 - 2\lambda_{104/108} \cdot \lambda_{108/115} \cdot \cos \theta_{104/108/115})^{1/2} \cdots (2-5)$ 로 나타낸다. 또한, 이 식(2-5)에서의 $\theta_{104/108/115}$ 는,

$$\theta_{104/108/115} = 2\pi - A_{110/108/115} - A_{104/108/107} - \theta_{107/108/110} \cdots (2-6)$$

로 나타내고, 이 식(2-6)에서의 $\theta_{107/108/110}$ 는

$$\theta_{107/108/110} = \theta_{107/108/109} + \theta_{109/108/110} \cdots (2-7)$$

로 나타낸다. 그리고, 이 식(2-7)에 있어서의 $\theta_{107/108/109}$, $\theta_{109/108/110}$ 은 각각 여현정리로부터

$$\theta_{107/108/109} = \cos^{-1} \{ (\lambda_{107/108}^2 + \lambda_{108/109}^2 - \lambda_{107/109}^2) / (2\lambda_{107/108} \cdot \lambda_{108/109}) \} \cdots (2-8)$$

$$\theta_{109/108/110} = \cos^{-1} \{ (\lambda_{109/110}^2 + \lambda_{108/109}^2 - \lambda_{108/110}^2) / (2\lambda_{109/110} \cdot \lambda_{108/109}) \} \cdots (2-9)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 이들의 식(2-8), 식(2-9)에서의 $\lambda_{108/109}$ 는 여현 정리로부터,

$$\lambda_{108/109} = (\lambda_{107/109}^2 + \lambda_{107/108}^2 - 2\lambda_{107/109} \cdot \lambda_{107/108} \cdot \cos \theta_{108/107/109})^{1/2} \cdots (2-10)$$

로 나타내며, 이 식(2-10)에서의 $\theta_{108/107/109}$ 는 도 8에서 알 수 있듯이 버킷각이기 때문에, 버킷각 센서로서의 기능을 하는 전술의 리줄버(22)로 검출되는 각도 정보를 이 $\theta_{108/107/109}$ 로 하면, 상기 식(2-4) 내지 식(2-10)에 의해 미지의 값이 순차 확정되고, 이것에 의해 식(2-3)에서의 $\theta_{109/104/115}$ 가 확정된다.

따라서, 식(2-2)에서 나타내는 $\theta_{103/104/105}$ 가 확정하여 최종적으로 식(2-1)에서 나타내는 연산 목표 스태크 위치($\lambda_{103/105}$)가 확정된다. 또한, 본 실시예에서는 리줄버(22)에서 검출되는 각도 정보를 버킷 실린더(122)의 신축 변위 정보에 신호 변환기(26)에서 변환하고 있으므로 각도 정보 대신에 버킷 실린더 길이로부터 상기 식(2-10)에서의 $\theta_{108/107/109}$ 를 구할 수도 있다.

이 경우, 도 8에서 $\theta_{108/107/109}$ 는

$$\theta_{108/107/109} = 2\pi - A_{105/107/108} - A_{105/107/106} - \theta_{106/107/109} \cdots (2-11)$$

로 나타낸다. 여기서 이 식(2-11)에서의 $\theta_{106/107/109}$ 는 여현 정리로부터

$$\theta_{106/107/109} = \cos^{-1} \{ (\lambda_{106/109}^2 + \lambda_{107/109}^2 - \lambda_{106/107}^2) / (2\lambda_{106/109} \cdot \lambda_{107/109}) \} \cdots (2-12)$$

로 나타낼 수 있다. 이 식(2-12)에 있어서의 $\lambda_{106/109}$ 가 버킷 실린더(122)의 신축 변위 정보로부터 얻어지는 버킷 실린더 길이이므로, 식(2-11)에서 나타내는 $\theta_{108/107/109}$ 가 확정되고, 그 후는 동일하게 식(2-1) 내지 식(2-10)에 의해 연산 목표 스태크 위치($\lambda_{103/105}$)가 구해진다.

다음에 상술의 연산 목표 붐 위치 설정부(붐 제어 목표치 설정 수단)(33)에 관해서 설명하면, 이 연산 목표 붐 위치 설정부(33)는 목표 버킷 이끝 위치 검출부(31)에서 검출된 조작 위치 정보로부터 붐 제어를 위한 연산 목표 붐 위치(붐 제어 목표치)를 소정의 연산에 의해 구하고, 이들 목표 버킷 이끝 위치 검출부(31)와 연산 목표 붐 위치 설정부(33)에 의해 연산 제어 목표치 설정 수단이 구성된다. 그리고, 여기서는 다음과 같은 연산 처리에 의해 연산 목표 붐 위치(붐 실린더 길이)($\lambda_{102/111}$) (도 8 참조)를 구한다.

연산 목표 붐 위치($\lambda_{102/111}$)는

$$\lambda_{102/111} = (\lambda_{101/102}^2 + \lambda_{101/111}^2 - 2\lambda_{101/102} \cdot \lambda_{101/111} \cdot \cos \theta_{102/101/111})^{1/2} \cdots (2-13)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 이 식(2-13)에서의 $\theta_{102/101/111}$ 는

$$\theta_{102/101/111} = A_{xbm} + \theta_{bm} \cdots (2-14)$$

로 나타낼 수 있고, 또한 이 식(2-14)에 있어서의 θ_{bm} 은

$$\theta_{bm} = A_{102/101/104} + \theta_{104/101/115} + \tan^{-1}(y_{115}/x_{115}) \cdots (2-15)$$

로 나타낼 수 있고, 또한 이 식(2-15)에 있어서의 $\theta_{104/101/115}$ 는

$$\theta_{104/101/115} = \cos^{-1} \{ (\lambda_{101/104}^2 + \lambda_{101/115}^2 - \lambda_{104/115}^2) / (2\lambda_{101/104} \cdot \lambda_{101/115}) \} \cdots (2-16)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 이 식(2-16)에서의 $\lambda_{101/115}$ 는

$$\lambda_{101/115} = (x_{115}^2 + y_{115}^2)^{1/2} \cdots (2-17)$$

로 나타내며, 이 식(2-17)에 있어서의 x_{115} , y_{115} 에 목표 버킷 이끝 위치 검출부(31)에서 검출된 조작 위치 정보로서의 목표 버킷 이끝 위치(x_{115} , y_{115})를 대입하면, 식(2-13) 내지 식(2-16)으로부터, 연산 목표 붐위

치($\lambda_{102/111}$)가 구해진다. 또한, $\lambda_{104/115}$ 는 상기식(2-5)에서 구한 값을 사용한다.

또한, 상술의 실제 붐 제어 목표치 연산 수단(34)은 붐(200) 및 스택(300)의 실제 자세 정보로부터 붐 제어 위한 실제 목표 붐 위치(실제 붐 제어 목표치)를 구하는 것으로, 이를 위해 실제 버킷 이끝 위치 연산부(34A)와 실제 목표 붐 위치 연산부(실제 붐 제어 목표치 연산부)(34B)를 갖고 구성된다.

여기서 실제 버킷 이끝 위치 연산부(34A)는 실제의 붐 실린더(120), 스택 실린더(121) 및 버킷 실린더(122)의 위치 (각 실린더(120 내지 122)의 신축 변위 정보), 즉 붐(200) 및 스택(300)의 실제 자세 정보로부터 실제 버킷(400)의 이끝 위치(실제 버킷 이끝 위치)를 연산에 의해 구하는 것으로, 여기서는 다음과 같은 연산 처리에 의해, 실제의 붐 실린더 위치($\lambda_{102/111}$), 스택 실린더 위치($\lambda_{103/105}$)로부터 실제 버킷 이끝 위치(x_{115} , y_{115} :도 8 참조)를 구하도록 되어 있다.

우선, x_{115} , y_{115} 는 각각,

$$x_{115} = \lambda_{101/105} \cdot \cos \theta_{bt} \cdot \cdot \cdot \cdot (2-18)$$

$$y_{115} = \lambda_{101/105} \cdot \sin \theta_{bt} \cdot \cdot \cdot \cdot (2-19)$$

로 나타낼 수 있기 때문에, 이들의 식(2-18), 식(2-19)에서의 θ_{bt} 를 구하면 실제의 버킷 이끝 위치를 구할 수 있다. 여기서 이 θ_{bt} 는

$$\theta_{bt} = \theta_{bm} - \theta_{104/101/115} \cdot \cdot \cdot \cdot (2-20)$$

로 나타낼 수 있기 때문에 θ_{bm} , $\theta_{104/101/115}$ 을 각각 구할 수 있다. 그래서, 우선, $\theta_{104/101/115}$ 을 구한다. 이 $\theta_{104/101/115}$ 는 도 8로부터

$$\theta_{104/101/115} = \cos^{-1} \{ L_{101/104}^2 + \lambda_{101/115}^2 - \lambda_{104/115}^2 \} / 2 L_{101/104} \cdot \lambda_{101/115} \} \cdot \cdot \cdot (2-21)$$

로 나타낼 수 있다. 그리고, 이 식(2-21)에서의 $\lambda_{101/115}$ 는

$$\lambda_{101/115} = \{ L_{101/104}^2 + \lambda_{104/115}^2 - 2 L_{104/115} \cdot \lambda_{104/115} \cdot \cos \theta_{101/104/115} \}^{1/2} \cdot \cdot \cdot (2-22)$$

로 나타낼 수 있고, 또한 이 식(2-22)에서의 $\theta_{101/104/115}$ 는

$$\theta_{101/104/115} = 2\pi - A_{101/104/103} - A_{105/104/108} - \theta_{108/104/115} - \theta_{103/104/105} \cdot \cdot \cdot (2-23)$$

로 나타낼 수 있다. 또한, 상기 식(2-22)에서의 $\lambda_{104/115}$ 는 상기 식(2-5)에서 구해지며, 상기 식(2-23)에서의 $\theta_{108/104/115}$ 는 상기 식(2-4)에서 구한다. 그리고, 상기 식(2-23)에서 미지인 $\theta_{103/104/105}$ 는

$$\theta_{103/104/105} = \cos^{-1} \{ L_{103/104}^2 + L_{104/105}^2 - \lambda_{103/105}^2 \} / 2 L_{103/104} \cdot L_{104/105} \} \cdot \cdot \cdot (2-24)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 도 8에서 상기 $\lambda_{103/105}$ 는 스택 실린더 길이(실제 스택 실린더 위치)인 것을 알 수 있다. 리줄버(21)에서 얻어지는 실제의 스택(300)의 각도 정보를 신호 변환기(26)에서 변환한 신축 변위 정보로부터 이 스택 실린더 길이를 구하면, 식(2-24)에 의해 $\theta_{103/104/105}$ 가 확정되고 이 결과, 순차로 식(2-22) 내지 식(2-23)의 각 미지수가 확정되어 식(2-21)으로 나타내는 $\theta_{104/101/115}$ 가 확정된다.

한편, 상기 식(2-20)에서의 θ_{bm} 은 도 8로부터

$$\theta_{bm} = \theta_{102/101/111} - A_{102/101/104} - A_{xbm} \cdot \cdot \cdot (2-25)$$

로 나타낼 수 있고, 또한 이 식(2-25)에서의 $\theta_{102/101/111}$ 는 여현 정리에 의해,

$$\theta_{102/101/111} = \cos^{-1} \{ L_{101/102}^2 + L_{101/111}^2 - \lambda_{102/111}^2 \} / 2 L_{101/102} \cdot L_{101/111} \} \cdot \cdot \cdot (2-26)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 이 식(2-26)에서의 $\lambda_{102/111}$ 는 붐 실린더 길이 (실제 붐 실린더 위치)이므로 리줄버(20)에서 얻어지는 실제의 붐(200)의 각도 정보를 신호 변환기(26)에서 변환한 신축 변위 정보로부터 이 붐 실린더 길이를 구하면, 식(2-26)에 의해 $\theta_{102/101/111}$ 가 확정되고 이 결과, 식(2-25)에서 나타내는 θ_{bm} 가 확정된다.

이것에 의해, 식(2-20)에서의 θ_{bm} , $\theta_{104/101/115}$ 가 각각 확정되고, 최종적으로 식(2-18), 식(2-19)으로부터 실제 버킷 이끝 위치(x_{115} , y_{115})가 구해진다.

또한, 상술의 실제 목표 붐 위치 연산부(실제 붐 제어 목표치 연산부)(34B)는 이 실제 버킷 이끝 위치 연산부(34A)에서 얻어진 버킷(400)의 이끝 위치 정보로부터 상기 실제 목표 붐 위치를 구한다. 또한, 이 실제 목표 붐 위치는 실제 버킷 이끝 위치 연산부(34A)에서 얻어진 실제 버킷 이끝 위치를 사용해, 연산 목표 붐 위치 설정부(33)와 같은 연산 처리 [식(2-13) 내지 식(2-17) 참조]를 행함으로써 구한다.

또한, 합성 목표 붐 위치 연산부(합성 제어 목표치 연산 수단 또는 합성 제어 목표치 연산 수단)(35)은 이 실제 목표 붐 위치 연산부(34B)에서 얻어진 실제 목표 붐 위치와 연산 목표 붐 위치 설정부(33)에서 얻어진 연산 목표 붐 위치로부터 합성 목표 붐 위치(합성 붐 제어 목표치)를 구한다.

그리고, 본 실시예에서는 이 합성 목표 붐 위치 연산부(35)에서 얻어진 합성 목표 붐 위치에 따라서 제어부(1A), 붐 실린더(120)로 이루어지는 붐 제어 시스템 (1A')에 의해서 붐(200)이 소정의 자세가 되도록 붐

실린더(120)를 피드백 제어하도록 되어 있다.

즉, 본 실시예에서는 스틱 제어 시스템(18')이 목표 스틱 위치와 스틱 자세 검출 수단으로서의 리줄버(21)로써 검출된 스틱(300)의 신축 변위 정보(자세 정보)에 따라서 스틱 실린더(121)를 피드백 제어함과 함께, 붐 제어 시스템(1A')가 합성 목표 붐 위치와 붐 자세 검출 수단으로서의 리줄버(20)로 검출된 붐(200)의 신축 변위 정보(자세 정보)에 따라서 붐(200)이 소정의 자세로 되도록, 붐 실린더(120)를 피드백 제어한다.

단, 각 피드백 제어에서는 도 24에 도시하는 바와 같이 속도 정보를 입력하고 있으므로, 상기 버킷 이퀄 위치, 스틱/붐 위치 등의 각 위치 정보는 미분 처리를 실시하는 등 속도 정보로 변환하여 사용된다.

이것에 의해, 컨트롤러(1)는 붐/버킷 조작 레버(6)의 조작 위치 정보로부터 연산에 의해 얻어지는 이상적인 연산 목표 스틱 위치, 연산 목표 붐 위치(붐(200), 스틱(300))를 각각 목표로 하는 자세에 제어하기 위한 이상적인 목표치와, 붐(200) 및 스틱(300)의 실제 자세로부터 구한 실제 자세를 고려한 실제 목표 붐 위치를 합성한 합성 목표 붐 위치에 따라서 붐 실린더(120)를 제어할 수 있고, 항상 실제의 붐(200) 및 스틱(300)의 자세를 자동적으로 고려하면서 또한 간단하게 붐(200)의 자세를 제어할 수가 있다.

여기서 구체적으로, 상술의 합성 목표 붐 위치 연산부(36)는 실제 목표 붐 위치 연산부(34B)에서 얻어진 실제 목표 붐 위치 및 연산 목표 붐 위치 설정부(33)에서 얻어진 붐 제어 목표치에 소정의 중량 정보를 부가하여 합성 목표 붐 위치를 구하도록 되어 있고, 여기서는 도 27 중에 도시하는 바와 같이 연산 목표 붐 위치에 중량 계수 "W" (제 1 계수 : 단, $0 \leq W \leq 1$)를 부가(승산)하여, 실제 목표 붐 위치에 중량 계수 "1-W" (제 2 계수)를 부가(승산)함으로써, 합성 목표 붐 위치를 구하도록 되어 있다.

즉, 상기 각 중량 계수는 여기서는 각각 함께 0 이상 1 이하의 수치를 갖도록 설정되고, 또한 그 합이 1이 되도록 설정되어 있다. 따라서, 연산 목표 붐 위치 및 실제 목표 붐 위치 중 어느 것을 중시하는가를 간단하게 변경할 수가 있음과 함께 한쪽 중량 계수 "W"를 설정할 뿐으로, 연산 목표 붐 위치 및 실제 목표 붐 위치 중 어느 것을 중시하는가를 설정할 수 있다.

또한, 상기 중량 계수 "W"로서는 본 실시예에서는 예를 들면, 도 28에 모식적으로 도시하는 바와 같이, 스틱 실린더(121)의 길이가 길어지는(신장량이 커지는) 즉, 스틱(300)이 건설 기계 본체(100)에 가까워질수록 작아지게 설정되어 있고, 이것에 의해, 합성 목표 붐 위치 연산부(36)는 스틱(300)이 건설 기계 본체(100)로부터 떨어질수록 목표 붐 위치를 중시하여 합성 목표 붐 위치를 구하게 된다.

따라서 예를 들면, 법면 굴삭 모드에 있어서 버킷(400)의 이퀄(112)을 직선적으로 움직이도록, 버킷(400)(스틱(300))이 건설 기계 본체(100)에 가까워짐에 따라서 붐(200)을 서서히 아래쪽으로 내리는 동작을 행할 때에는, 실제 버킷(400)의 이퀄 위치(붐(200) 및 스틱(300)의 실제 자세)를 고려한 실제 목표 붐 위치를 중시하여 붐 제어가 행해지고, 붐(200)이 그 중량 때문에 연산 목표 붐 위치로부터 빠르게 내려가 버킷(400)의 이퀄 위치의 움직임이 혼란스러워지는 현상을 확실하게 방지할 수 있다.

본 발명의 제 5 실시예로서의 건설 기계의 제어 장치는 상술한 바와 같이 구성되어 있으므로 유압 서클을 사용하여 도 13에 도시하는 목표 법면각(α)의 법면 굴삭 작업을 반자동으로 행할 때에 상기과 같은 반자동 제어 기능을 실현할 수 있다. 즉, 유압 서클에 탑재된 컨트롤러(1)로 여러 센서로부터의 검출 신호(목표 법면각의 설정 정보를 포함한다)가 입력되고, 이 컨트롤러(1)가 이들의 센서로부터의 검출 신호(신호 변환기(26)를 거쳐 리줄버(20 내지 22)에서의 검출 신호도 포함한다)에 따라서 전자 비례 밸브(3A, 3B, 3C)를 거쳐 주재어 밸브(13, 14, 15)를 제어함으로써 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)이 소망의 신축 변위가 되는 제어를 실시하고, 상기과 같은 반자동 제어를 실행한다. 그리고, 이 반자동 제어에 있어서는 우선, 버킷 이퀄(112)의 이동 속도 및 방향을 목표 법면 설정각, 스틱 실린더(121) 및 붐 실린더(120)를 제어하는 파일럿 유압, 차량 경사각, 엔진 회전 속도의 정보로부터 구하며, 그 정보를 기초로 각 실린더(120, 121, 122)의 목표 속도를 연산한다.

단, 본 실시예에서는 이 때, 도 27을 사용하여 설명한 바와 같이 실제 붐(200) 및 스틱(300)의 자세를 고려해 붐의 목표 속도(목표 위치)를 결정한다. 즉, 조작 레버(6)의 조작 위치 정보로부터 이상적인 연산 목표 스틱 위치, 연산 목표 붐 위치를 구함과 함께, 붐(200) 및 스틱(300)의 실제 자세를 고려해 실제 목표 붐 위치를 구하고, 이들의 각 위치 정보를 합성하여 합성 목표 붐 위치를 구한다. 그리고, 컨트롤러(1)는 이 합성 목표 붐 위치에 따라서 붐 실린더(120)를 피드백 제어한다.

이상과 같이 본 실시예에 따른 시스템에서는 컨트롤러(1)에서 이상적인 연산 목표 붐/스틱 위치와, 스틱(200) 및 붐(300)의 실제 자세를 고려한 실제 목표 붐 위치를 합성한 합성 목표 붐 위치에 따라서 붐 실린더(120)를 제어하므로, 항상 실제 붐(200) 및 스틱(300)의 자세를 자동적으로 고려하면서 또한, 간단하게 붐의 자세를 제어할 수가 있다.

따라서, 적어도 붐 실린더(120)를 제어하는 것으로부터 제어 시스템(1A', 1B)을 간단한 구성으로 하면서 모든 건설 작업(특히, 법면 굴삭 작업)을 극히 용이하면서 고정밀도로 행할 수 있고, 법면의 완성 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 스틱 제어 시스템(18')이 연산 목표 스틱 위치와 스틱의 자세 정보(스틱 실린더 길이)에 따라서 스틱 실린더(121)를 피드백 제어함과 함께, 붐 제어 시스템(1A')이 합성 목표 붐 위치와 붐의 자세 정보(붐 실린더 길이)에 따라서 붐(200)이 소정의 자세가 되도록 붐 실린더(120)를 피드백 제어하므로, 간단한 구성으로 상기 제어를 실현할 수 있고, 본 장치의 저 비용화에도 기여한다.

또한, 이 때 스틱 실린더(121)의 신축 변위 정보로부터 스틱(300)의 자세 정보를 검출하고, 붐 실린더(120)의 신축 변위 정보로부터 붐(200)의 자세 정보를 검출하므로 간단하면서 정확하게 스틱(300) 및 붐(200)의 실제 자세를 검출할 수가 있고, 극히 간단한 구성으로 붐(200) 및 스틱(300)의 자세 검출 정밀도를 향상시킬 수 있다.

또한, 상술의 실제 붐 제어 목표치 연산 수단(34)에서는 실제 버킷 이퀄 위치 연산부(34A)에서 붐(200) 및 스틱(300)의 실제 자세 정보로부터 버킷 이퀄 위치를 연산하고, 실제 목표 붐 위치 연산부(34B)에서 이 실

제 버킷 이끝 위치 연산부(34A)에서 얻어진 버킷 이끝 위치로부터 실제 목표 붐 위치를 구하기 때문에 버킷 이끝 위치가 정확히 목표하는 위치가 되도록 붐 실린더(120)를 제어할 수 있고, 법면 굴삭때 등에 있어서는 극히 고정밀도로 법면을 형성하는 것이 가능하다.

또한, 합성 목표 붐 위치 연산부(35)에서는 연산 목표 붐 위치에 중량 계수 " $W(0 \leq W \leq 1)$ " (도 27 참조)를 부가함과 함께, 실제 목표 붐 위치에 중량 계수 " $1-W$ "를 부가하여 합성 목표 붐 위치를 구하기 때문에 연산 목표 붐 위치 및 실제 목표 붐 위치의 어느것을 중시하는가를 간단하게 변경할 수 있음과 함께, 한쪽 중량 계수 " W "를 설정할 뿐으로, 연산 목표 붐 위치 및 실제 목표 붐 위치의 어느것을 중시하는가를 설정할 수 있고, 각 목표치의 합성 처리를 극히 고속으로 행할 수 있다.

또한, 상기 중량 계수 " W "는 스틱 실린더(121)의 신장량이 커질수록 작아지게 설정되어 있으므로(도 28 참조), 스틱 실린더(121)의 신장량이 커질수록 실제 목표 붐 위치를 중시한 제어가 행해지며, 이것에 의해 예를 들면, 스틱 실린더(121)의 신장량이 커짐에 따라서 붐(200)의 고중량 때문에 생기는 이상 자세로부터의 오차를 효과적으로 억제하여 붐(200)을 소정의 자세에 고정밀도로 제어할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 붐 실린더(120) 및 스틱 실린더(121)를 위한 유압 회로가 오픈 센터형으로, 유압 실린더에 작용하는 부하에 따라서 실린더식 액추에이터 신축 범위 속도가 변화하지만, 상술한 바와 같이 붐(200) 및 스틱(300)의 실제 자세를 고려해 실린더(120)를 제어하는 것은 매우 유효하고 건설 작업 정밀도를 대폭 향상시킬 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 실제 목표 붐 위치, 연산 목표 붐 위치로부터 구한 합성 목표 붐 위치에 따라서 한쪽의 압 부재로서의 붐(200), 스틱(300) 중 붐(200)(붐 실린더(120))를 제어하고 있지만, 반대로 실제 목표 스틱 위치, 연산 목표 스틱 위치로부터 합성 목표 스틱 위치를 구하고, 이 합성 목표 스틱 위치에 따라서 스틱(300)(스틱 실린더(121))를 제어하도록 할 수 있다.

(6) 제 6 실시예의 설명

다음에, 제 6 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치에 관해서 주로 도 29 내지 도 30을 사용하여 설명한다. 또한, 이 제 6 실시예가 적용되는 건설 기계의 전체 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 1 등을 사용하여 설명한 내용과 같고, 건설 기계의 제어 시스템의 개략 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 2 내지 도 4를 사용하여 설명한 내용과 같고, 또한 이 건설 기계의 대표적인 반자동모드의 양태에 관해서는 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 9 내지 도 14를 사용하여 설명한 내용과 같기 때문에 아들에 상당하는 부분에 관해서는 설명을 생략하고 이하에서는 주로 제 1 실시예에 대하여 다른 부분에 관해서 설명한다.

일반적인 유압 서클로서는 예를 들면 수평 균일 동작 등과 같이 버킷(400)의 이끝을 직선적으로 움직이는 조작(레이킹)을 콘트롤러에 의해 자동적으로 행할 경우, 유압 실린더(120, 121, 122)에 대하여 작동유의 공급을 행하는 유압 회로중의 전자 밸브(제어 밸브 기구)를 전기적으로 PID 피드백 제어함으로써, 유압 실린더(120, 121, 122)의 신축 동작을 제어하고 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)의 자세를 제어하고 있다.

유압 실린더(120, 121, 122)의 신축 동작을 제어하는 유압 회로에서는, 통상 엔진(원동기)으로 구동되는 펌프에 의해 작동 유압이 생성된다. 이 때, 엔진의 회전 속도가 외부 부하 등에 의해 변동하면, 그 변동에 따라 펌프의 회전 속도가 변동하여 펌프의 토출량(토출 능력)도 변동하고, 가령 전자 밸브의 지령치(전류)가 같더라도 유압 실린더(120, 121, 122)에서의 신축 속도가 변화한다. 결과로서 버킷(400)의 자세 제어 정밀도가 악화하고 버킷(400)에 의한 수평 균일면 등의 완성 정밀도가 악화된다.

그래서, 상술한 바와 같은 엔진의 회전 속도 변동에 대응하기 위해 펌프로써 토출량 가변형(토출압 가변형, 가변 용량형)의 펌프를 사용하여 그 펌프에서의 경사 전환각을 조정함으로써, 엔진의 회전 속도(결국은 펌프의 회전 속도)가 변동하여도 펌프의 토출 능력이 일정해지도록 제어하는 것도 생각되지만, 이러한 경사 전환각 제어에서는 응답성이 나빠기 때문에, 목표로 하는 실린더 신축 속도를 확보할 수 없고, 완성 정밀도의 악화를 면할 수 없다.

그래서, 본 발명의 제 6 실시예에서의 건설 기계의 제어 장치는 이러한 문제를 해결하고, 엔진(원동기)에서의 펌프의 토출 능력 변동 요인이 생겨도 그 변동에 신속히 대응하여 실린더식 액추에이터 동작 속도를 확보할 수 있도록 하여 완성 정밀도의 향상을 도모한다.

우선, 본 실시예의 건설 기계 제어 장치의 전체 구성에 관해서 설명하면, 이미 설명한 도 2를 사용하여 설명한 바와 같이, 실린더(120 내지 122)나 상기 유압의 모터나 선회 모터를 위한 유압 회로(유체압 회로)가 설치되어 있고, 이 유압 회로에는 엔진(디젤 엔진 등의 회전 출력형 원동기)(700)에 의해서 구동되는 토출량 가변형(토출압 가변형, 가변 용량형)의 펌프(51, 52) 외에 붐용 주제어 밸브(control valve, 제어 밸브 기구)(13), 스틱용 주제어 밸브(control valve, 제어 밸브 기구)(14), 버킷용 주제어 밸브(control valve, 제어 밸브 기구)(15) 등이 장착되어 있다. 토출량 가변형 펌프(51, 52)는 각각 후술하는 엔진 펌프 컨트롤러(27)에 의해서 경사 전환각을 조정함으로써, 유압 회로에의 작동유의 토출량을 변경할 수 있는 구성으로 되어 있다. 또한, 도 2에 있어서 각 구성 요소관을 접속하는 라인이 실선인 경우에는 그 라인이 전기 계통임을 나타내며, 각 구성 요소관을 접속하는 라인이 점선인 경우에는 그 라인이 유압 계통임을 나타내고 있다.

또한, 엔진 펌프 컨트롤러(27)는 엔진 회전 속도 센서(23)로부터의 엔진 회전수 정보를 받아 엔진(700) 및 전술한 토출량 가변형(토출압 가변형, 가변 용량형) 펌프(51, 52)의 경사 전환각을 제어하는 것으로, 컨트롤러(1) 사이에서 협조 정보를 주고받을 수 있게 되어 있다.

또한, 본 실시예의 제어 장치에서는 도 29에 도시하는 컨트롤러(1)에서의 제어부(1A 내지 1C)가 리저버(20 내지 22)에서 검출된 검출 결과(실제로는 신호 변환기(26)에 의해 변환된 결과)에 따라서 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)이 소정의 자세로 되도록 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에 제어 신호(전자 밸브 지령치)를 각각 공급하여 실린더(120 내지 122)를 각각 제어하는 제어 수단으로서 기능한다. 또한, 본 실시예에서는 펌프(51, 52)를 구동하는 원동기가 회전 출력형 엔진(디젤 엔진)(700)이고, 전술한 엔진 회전 속도 센서(23)가 엔진(700)의 회전수를 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인으로서 검출하는 변동 요인 검출 수단으

로서 기능하고 있다.

그리고, 도 29에 도시하는 바와 같이, 컨트롤러(1)에 있어서 제어부(1A, 1B, 1C)의 후단에는 각각 보정 회로(보정 수단)(60A, 60B, 60C)가 구비되어 있다. 각 보정 회로(보정 수단)(60A 내지 60C)는 엔진 회전 속도 센서(23)에 의해 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인이 검출되면 토출 능력 변동 요인에 따라서, 각 제어부(1A 내지 1C)로부터의 전자 밸브 지령치를 보정하는 것으로, 보다 구체적으로는 각 제어부(1A 내지 1C)로부터의 전자 밸브 지령치를 엔진 회전 속도 센서(23)의 검출 결과에 따라 보정하고, 그 보정에 의해 얻어진 보정 전자 밸브 지령치를 각 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에 출력한다. 각 보정 회로(60A 내지 60C)의 상세한 구성을 도 30에 도시한다.

이 도 30에 도시하는 바와 같이 각 보정 회로(60A 내지 60C)는 각각 감산기(60a), 엔진 회전 보상 테이블(60b) 및 승산기(60c)를 갖고 구성되어 있다.

감산기(편차 연산 수단)(60a)는 엔진 회전 속도 설정치(기준 회전수 정보)와 엔진 회전 속도 센서(23)에서 검출된 엔진(700)의 실제 엔진 회전 속도(실제 회전수 정보)와의 편차, [엔진 회전 속도 설정치] - [실제 엔진 회전 속도]를 산출한다.

여기서 엔진 회전 속도 설정치는 오퍼레이터가 스로틀 다이얼(도시 생략)을 조작함으로써 설정되는 것으로, 그 스로틀 다이얼 위치에 따른 정보가 엔진 회전 속도 설정치로서 컨트롤러(1)를 구성하는 메모리(예를 들면 RAM) 상의 소정 영역 또는 레지스터에 설정된다. 즉, 본 실시예에서는 도시 생략의 스로틀 다이얼과, 메모리상의 소정 영역 또는 레지스터가 엔진(700)의 기준 회전수 정보를 설정하는 기준 회전수 설정 수단으로서 기능한다.

또한, 엔진 회전 속도 보상 테이블(60b) 및 승산기(60c)는 감산기(60a)에서 얻어진 편차에 따라서 전자 밸브 지령치(제어 신호)를 보정하기 위한 보정 정보를 연산하는 보정 정보 연산 수단으로서 기능한다.

그 엔진 회전 속도 보상 테이블(60b)은 감산기(60a)로부터의 편차에 따른 전자 밸브 지령치를 보정하기 위한 보정 계수(보정 정보)를 출력하기 위한 것으로, 컨트롤러(1)를 구성하는 메모리(예를 들면 ROM, RAM)에 미리 기억되어 있고, 테이블 룩업 수법을 사용함으로써 감산기(60a)로부터의 편차에 따른 보정 계수가 판독된다.

그리고, 승산기(60c)는 각 제어부(1A 내지 1C)로부터의 전자 밸브 지령치와

엔진 회전 속도 보상 테이블(60b)로부터 판독된 보정 계수를 승산하고 수정 전자 밸브 지령치로서 각 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에 출력한다.

엔진 회전 속도 보상 테이블(60b)에서는 예를 들면 도 30에 도시하는 바와 같이, 감산기(60a)에 의해 산출된 엔진 회전 속도 편차에 대하여 선형인 보정 계수가 설정되어 있다.

구체적으로, 엔진 회전 속도 설정치와 실제 엔진 회전 속도가 같은 경우(편차 0의 경우)에는 보정 계수로서 1이 설정되어 있고, 승산부(60c)로부터는 각 제어부(1A 내지 1C)로부터의 전자 밸브 지령치가 변경되지 않고 그대로 출력되지만, 실제 엔진 회전 속도가 저하한 경우(편차가 + 값으로 된 경우)에는 펌프(51, 52)의 토출량이 감소하고 있으므로 그 감소분만 각 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)로의 지령치(전류)를 크게 하도록, 1보다도 큰 보정 계수가 설정되어 있고, 그 보정 계수에 의해 승산기(60c)로부터는 각 제어부(1A 내지 1C)로부터의 전자 밸브 지령치가 크게 변경되어 출력된다.

반대로, 실제 엔진 회전 속도가 증대한 경우(편차가 - 값으로 된 경우)에는 펌프(51, 52)의 토출량이 증가하고 있으므로, 그 증가분만 각 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에의 지령치(전류)를 작게 하도록, 1보다도 작은 보정 계수가 설정되어 있고, 그 보정 계수에 의해 승산기(60c)로부터는 각 제어부(1A 내지 1C)로부터의 전자 밸브 지령치가 작게 변경되어 출력된다.

또한, 엔진 회전 속도 보상 테이블(60b)에서의 보정 계수에 관해서는 엔진 회전 속도 편차의 전역에 걸쳐 선형으로 설정할 수도 있고, 상한치 및 하한치를 설치할 수도 있다.

본 발명의 제 6 실시예로서의 건설 기계 제어 장치는 상술과 바와 같이 구성되어 있기 때문에 엔진 회전 속도 센서(23)에 의해 엔진(700)에서의 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인(엔진(700)의 회전수 변동)이 검출되면, 각 보정 회로(60A 내지 60C)에 의해 그 변동에 따라서 각 제어부(1A 내지 1C)로부터 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)로의 지령치가 보정되므로, 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인이 생겨도 그 변동에 따른 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)의 동작은 주 제어 밸브(13 내지 15)의 제어가 이루어지고, 그 변동에 신속히 대응하여 실린더(120 내지 122)의 동작 속도를 확보할 수가 있다.

보다 구체적으로 설명하면, 엔진(700)의 회전 속도가 저하하면, 각 보정 회로(60A 내지 60C)에서 각 제어부(1A 내지 1C)로부터의 전자 밸브 지령치에 회전 속도 편차에 따른 1보다도 큰 보정 계수가 승산되어 당초의 값보다도 커지도록 수정되며 그 수정 전자 밸브 지령치가 각 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에 공급된다. 따라서, 엔진(700)의 회전수 저하에 따르는 펌프(51, 52)의 토출량 증가분에 따른 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)[주 제어 밸브(13 내지 15)]의 제어가 이루어지며 각 실린더(120 내지 122)의 동작 속도가 확보된다.

반대로, 엔진(700)의 회전 속도가 증대하면, 각 보정 회로(60A 내지 60C)에 있어서 각 제어부(1A 내지 1C)로부터의 전자 밸브 지령치에 회전 속도 편차에 따른 1보다도 작은 보정 계수가 승산되어 당초의 값보다도 작아지게 수정되고 그 수정 전자 밸브 지령치가 각 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에 공급된다. 따라서, 엔진(700)의 회전수 저하에 따르는 펌프(51, 52)의 토출량 증가분에 따른 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)[주 제어 밸브(13 내지 15)]의 제어가 이루어지고 각 실린더(120 내지 122)의 동작 속도가 확보된다.

엔진 회전 속도 센서(23)에 의한 제어 정밀도 악화 방지에 관해서는 이하와 같다. 즉, 목표 버킷 이갈 속도의 보정에 관해서는 목표 버킷 이갈 속도는 조작 레버(6, 8)의 위치와 엔진 회전 속도에 의해 결정된다. 또한, 유압 펌프(51, 52)는 엔진(700)에 직결되어 있기 때문에, 엔진 회전 속도가 낮을 때, 펌프 토출량도 감소하여 실린더 속도가 감소한다. 그 때문에, 엔진 회전 속도를 검출하여 펌프 토출량 변화에 맞도록 목

표 버킷 이끝 속도를 산출하고 있다. 이러한 동작은 본 실시예에서는 전술한 보정 회로(60A 내지 60C)에 의한 동작과 병렬적으로 행해지고 있다.

이렇게 하여, 콘트롤러(1)로써 각종 제어가 이루어지지만, 본 실시예에 따른 시스템에서는 엔진 회전 속도 센서(23)에 의해 엔진(700)의 회전수 변동이 검출되면, 그 회전수 변동량(실제 엔진 회전 속도와 엔진 회전 속도 설정치와의 편차)에 따라 각 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)에 대한 제어 신호(지령치)가 보정되므로, 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인, 예를 들면 엔진(700)의 회전수 변동이 생겨도 그 변동에 따른 유압 회로 제어(전자 비례 밸브(3A 내지 3C)나 주제어 밸브(13 내지 15)의 제어)가 행해진다. 따라서, 그 변동에 신속히 대응하여 실린더(120 내지 122)가 제어되어 그 동작 속도가 확보되고 버킷(400)에 의한 수평 균일 면 등의 완성 정밀도가 크게 향상된다.

또한, 본 실시예에서는 엔진 펌프 콘트롤러(27)에 의해, 엔진 회전 속도 센서(23)에 의한 검출 결과에 따라서 각 펌프(51, 52)의 경사 전환각을 조정함으로써, 엔진(700)의 회전 속도가 변동하여도 펌프(51, 52)의 토출 능력이 일정하게 되도록 제어하는 경사 전환각 제어도 병행하여 행해지고 있고, 이 경사 전환각 제어와 보정 회로(60A 내지 60C)에 의한 전자 밸브 지령치의 보정 동작을 병용함으로써, 보다 신속히 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인에 대응할 수 있고, 완성 정밀도 향상에 기여하고 있다.

(7) 제 7 실시예의 설명

다음에 제 7 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치에 관해서 주로 도 31 내지 도 33을 사용하여 설명한다. 또한, 이 제 7 실시예가 적용되는 건설 기계의 전체 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 1 등을 사용하여 설명한 내용과 같고, 건설 기계의 제어 시스템의 개략 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 2 내지 도 4를 사용하여 설명한 내용과 같으며, 또한 이 건설 기계의 대표적인 반자동 모드의 양태에 관해서는 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 9 내지 도 14를 사용하여 설명한 내용과 같기 때문에 이들에 상당하는 부분에 관해서는 설명을 생략하고, 이하에서는 주로 제 1 실시예에 대하여 다른 부분에 관해서 설명한다.

일반적으로, 유압 서블은 붐(200) [유압 실린더(120)], 스탭(300) [유압 실린더(121)], 버킷(400) [유압 실린더(122)]이 각각 전자 밸브 등을 사용하여 전기적으로 PID 피드백 제어되도록 되어 있고, 작업 부재의 위치와 자세의 제어를 적절히 보정하면서 소망의 목표 동작(자세)을 정확하게 유지할 수 있다.

또한, 여기서는 적어도 붐(200) [유압 실린더(120)] 및 스탭(300) [유압 실린더(121)]을 위한 유압 회로에는 유압 실린더(120, 121)의 신속 변위 속도가 각각 유압 실린더(120, 121)에 작용하는 부하에 의존하여 변화하는 소위 오픈 센터형 회로가 사용되고 있다.

그런데, 상술의 유압 서블로서는 상술한 바와 같이 유압 회로에 오픈 센터형 회로가 사용되고 있기 때문에, 예를 들면, 굴삭 부하가 극단적으로 큰 경우, 그 부하가 증대함에 따라서 붐(200) [유압 실린더(120)], 스탭(300) [유압 실린더(121)]의 유압이 상승하여 유압 실린더(120, 121)의 신속 변위 속도가 저감하고 최종적으로 붐(200), 스탭(300)의 동작(즉, 버킷 이끝 동작)이 정지할 때가 있다.

이 때, PID 피드백 제어 시스템에서는 버킷 이끝의 속도 정보(P)가 제로로 됨과 함께 위치 정보(I)가 스탭 정지시의 값으로 고정되므로, 이들의 정보(비례 동작 요소)에 의한 유압 실린더(120, 121)의 신속 변위 속도의 목표 속도에 영향은 없지만, I(적분 요소)가 이 제어 시스템에 들어 있기 때문에, 결과적으로, 각 유압 실린더(120, 121)의 목표 속도는 계속 증대한다.

따라서, 이 상태에서 예를 들면 버킷 이끝에 걸려 있던 굴삭 중의 바위가 무너지는 등으로 붐(200), 스탭(300)으로부터 갑자기 부하가 빠지면, 각 유압 실린더(121, 122)는 돌연, 목표 속도를 대폭 상회하는 속도로 움직이기 시작하게 되고, 결과로서 굴삭 작업 등의 완성 정밀도를 대폭 저하시킨다.

그래서, 본 발명의 제 7 실시예로서의 건설 기계의 제어 장치는 실린더(121, 122)에 대한 부하의 증대에 따라서 실린더(121, 122)의 신속 변위 속도를 저감하도록 구성되어 있고, 이것에 의해 실린더(121, 122)에 작용하는 부하가 급격히 빠진 경우라도 실린더(121, 122)의 신속 변위를 순조롭게 제어할 수 있도록 되어 있다. 우선, 본 장치의 전체 구성에 관해서 설명하면, 본 장치의 콘트롤러(1)는 각 실린더(120, 121, 122)마다 제어부(1A, 1B, 1C)를 구비하고 있고, 각 제어부는 제어 피드백 루프로서 구성되어 있다(도 3, 도 4 참조).

도 4에 도시하는 페루프 제어 내의 보상 구성은 붐 제어부(1A, 1B, 1C) 모두 기본적으로 도 5에 도시하는 바와 같이, 변위, 속도에 관한 피드백 루프와 피드 포워드 루프의 다자유도 구성으로 되어 있고, 제어 게인(제어 파라미터)가 변의 피드백 루프식 보상 수단(72)과, 제어 게인(제어 파라미터)가 변의 피드 포워드식 보상 수단(73)을 구비하여 구성되어 있다.

즉, 조작 레버(임 기구 조작 부재)(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 목표 실린더 속도 설정부(제어 목표치 설정 수단)(80)로써 목표 속도(제어 목표치)가 주어지면, 피드백 루프 처리에 관해서는 목표 속도와 속도 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kvp)(부호 62 참조)을 곱하는 루프와 목표 속도를 일단 적분하고(도 5의 적분 요소 61 참조), 이 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kpp)(부호 63 참조)을 곱하는 루프(비례동작 요소)와, 상기 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kpi)(부호 64 참조)를 곱하고 적분(부호 66 참조)을 실시하는 루프(적분 동작 요소)에 의한 처리가 이루어지며 또한 피드백포워드 루프 처리에 관해서는 목표 속도에 소정의 게인(Kf)(부호 65 참조)을 곱하는 루프에 의한 처리가 이루어진다.

즉, 본 실시예의 제어부(1A, 1B, 1C)는 주어진 목표 속도에 따라서 붐(200), 스탭(300)이 소정의 자세가 되도록(본 실시예에서는 특히, 버킷(400)이 소정의 이동 속도로 이동하도록), 적어도 비례 동작 요소 및 적분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템에서 유압 실린더(120, 121, 122)를 각각 제어하게 되어 있다.

또한, 상기 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값은 각각 게인 스케줄러(제어 파라미터용 스케줄러)(70)에 의해서 변경 가능하게 구성되어 있고, 이와 같이 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값을 변경, 보정 함으로, 붐(200)이나 버킷(400) 등을 목표로 하는 동작 상태로 제어하게 되어 있다.

또한, 도 5에 도시하는 바와 같이 비선형 제거 테이블(71)이 전자 비례밸브(3A 내지 3C)나 주제어 밸브

(13 내지 15) 등의 비선형성을 제거하기 위해서 설치되어 있지만, 이 비선형 제거 테이블(71)을 사용한 처리는 테이블 록업 수업을 사용함으로써, 컴퓨터로 고속으로 행할 수 있게 된다.

다음에, 본 실시예의 주주요부 구성에 관해서 설명하면, 각 제어부(1A, 1B, 1C)중, 제어부(1B)에 관해서는 도 31에 도시하는 바와 같이, 실린더 부하 검출부(액츄에이터 부하 검출 수단)(181), 스위치(182, 183), 로우패스 필터(184), 미분 처리부(185), 스위치 제어부(186) 및 목표 실린더 속도 보정부(187)를 설치함과 함께, 게인 스케줄러(70)에 1 게인 보정부(70a)를 설치하고 있다.

여기서 실린더 부하 검출부(181)는 유압 실린더(121)의 부하 상태를 검출하는 것이고, 스위치(182, 183)는 모두 이 실린더 부하 검출부(181)에서 검출된 유압 실린더(121)의 부하 정보를 그대로 목표 실린더 속도 보정부(187)에 출력하는 루프(188)와 로우패스 필터(184)로 적분 처리를 실시하고 나서 목표 실린더 속도 보정부(187)에 출력하는 루프(189)를 바꾸는 것으로, 각각 스위치 제어부(186)에 의해 동시에 바뀐다.

또한, 목표 실린더 속도 보정부(제 1, 제 4 보정 수단)(187)은 실린더 부하 검출부(181)로 검출된 실린더 부하가 소정치 이상인 경우에, 그 때의 실린더 부하 상태에 따라서 목표 실린더 속도 설정부(80)에 설정된 목표 속도를 저감시켜 유압 실린더(121)에 의한 버킷(400)의 이동 속도를 저감시키는 것으로, 예를 들면 도 32에 도시하는 특성을 갖는 목표 버킷 속도 계수를 루프(188 또는 189)를 통해 입력되는 부하 정보에 곱함으로써, 실린더 부하의 증대에 수반되어 목표 속도의 저감량을 증대시키고 버킷(400)의 이동 속도를 저감시킨다.

이것에 의해, 제어부(1B)는 실린더(121)의 부하가 급격히 빠진 경우에서도 실린더(121)의 신축 변위(버킷(400)의 이동 속도)를 급격히 변동시키지 않고 순조롭게 제어할 수 있다.

그런데, 상술의 로우패스 필터(적분 수단)(184)는 본 실시예에서는 이 도 31 중에 도시하는 적분 특성을 갖고, 실린더 부하 검출부(181)에서 검출된 유압 실린더(121)의 부하 정보가 입력되면, 그 부하 정보를 적분하여 그 변화를 시간축에 대해서 완만하게 하기 위한 것으로, 이것에 의해 스위치(182, 183)가 본 로우패스 필터(184)[루프(189)]측으로 바뀌어진 경우는 목표 실린더 속도 보정부(187)에의 입력 부하 정보의 변화가 완만하게 된다. 또한, 이 적분 수단에는 로우패스 필터 이외의 적분 회로를 사용할 수 있다.

또한, 미분 처리부(185)는 실린더 부하 검출부(181)에서 검출된 부하 정보에 대하여 미분 처리를 실시함으로써 부하 정보의 시간 변화율을 검출하는 것이고, 스위치 제어부(186)는 이 미분 처리부(185)에서 얻어진 부하 정보의 변화율에 따라서 각 스위치(182, 183)를 바꾸는 것으로 여기서는 부하 정보의 변화율이 + (正)일 때에 각 스위치(182, 183)를 루프(188)측으로 바꾸고, -(負)일 때에 각 스위치(182, 183)를 루프(189)측으로 바꾸도록 되어 있다.

즉, 본 제어부(1B)는 부하 정보의 변화율이 -(負)(실린더(121)에 작용하고 있는 부하가 빠져 나갈 때)로, 실린더 부하 검출부(181)에서 검출된 실린더 부하가 소정치 이상의 상태로부터 소정치보다 작은 상태가 되는 과도 상태하에서는 스위치(182, 183)를 로우패스 필터(184)측으로 바꾸고, 로우패스 필터(184)를 통하여 얻어진 부하 정보에 따라서 유압 실린더(121)에 의한 버킷(400)의 이동 속도를 증대시키게 되어 있다.

이것에 의해, 제어부(1B)는 실린더(121)에 작용하고 있는 부하가 빠져나갈 때에는 로우패스 필터(184)를 통하여 그 변화를 완만히 하는 부하 정보를 기초로 버킷(400)의 이동 속도를 증대시키므로, 버킷(400)에 작용하고 있는 부하가 갑자기 빠져도 버킷(400)을 충분히 순조롭게 동작시킬 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 로우패스 필터(184)와 목표 실린더 속도 보정부(187)에서 이 기능(제 3, 제 6 보정 수단)이 실현되고 있다.

한편, 게인 스케줄러(70)에 설치된 1 게인 보정부(제 2, 제 5 보정 수단)(70a)는 실린더 부하 검출부(181)에서 검출된 실린더 부하 정보가 소정치 이상인 경우에, 그 실린더 부하 상태에 따라서 적분 동작 요소인 1 게인(K_{pi})에 의한 피드백 제어를 규제하는 것으로, 여기서는 1 게인(K_{pi})에 예를 들면, 도 33에 도시하는 특성을 갖는 1 게인 계수를 곱함으로써, 실린더 부하의 증대에 따라서 1 게인(K_{pi})에 의한 피드백 제어의 규제량을 증대시키고 1 게인(K_{pi})을 제로에 가깝도록 한다.

즉, 이 1 게인 보정부(70a)는 실린더(121)의 부하가 극단적으로 커지고 소정치 이상이 된 경우라도 실린더(121)의 신축 변위 속도가 적분 동작 요소에 의해 계속 증대하는 것을 방지한다. 또한, 이 때 다른 게인(K_f , K_{pp} , K_{vp}) (비례 동작 요소)에 관해서는 이러한 규제는 하지 않으므로, 버킷(400)에 의한 굴삭시에 필요 최저한의 굴삭력(실린더(121)의 신축 변위 속도)은 이들의 게인(K_f , K_{pp} , K_{vp})에 의해 확보(유지)된다.

또한, 본 실시예에서는 제어부(1B)만을 도 31에 도시하는 구성으로 하고 있지만, 붐 제어 시스템인 제어부(1A)도 도 31에 도시하는 것과 같이 구성할 수 있다.

본 발명의 제 7 실시예로서의 건설 기계의 제어 장치는 상술한 바와 같이 구성되어 있기 때문에 반자동 제어에 있어서는 전술하였듯이 제어부(1B)에 있어서 실린더 부하 검출부(181)에서 검출된 실린더 부하가 소정치 이상으로 되면, 실린더 부하의 증대에 따라 목표 속도의 저감량을 증가시켜서 버킷(400)의 이동 속도를 저감시킴과 함께, 1 게인(K_{pi})에 의한 피드백 제어의 규제량을 증대시키고 1 게인(K_{pi})을 제로에 가깝게 한다.

이것에 의해, 버킷(400)은 이걸(112)에 걸려 있던 굴삭 중의 바위가 무너지는 등으로 실린더(121)의 부하가 급격히 빠진 경우라도 그 이동 속도가 급격히 변동하지 않고 순조롭게 제어된다. 또한, 실린더(121)에 작용하고 있는 부하가 빠져 나갈 때에는 로우패스 필터(184)를 통하여 그 변화를 완만한 부하 정보를 기초로 버킷(400)의 이동 속도를 증대시키므로, 상술한 바와 같이 버킷(400)에 작용하고 있는 부하가 갑자기 빠지더라도 버킷(400)은 서서히 순조롭게 동작한다.

따라서, 본 실시예에 따른 시스템에서는 제어부(1B)에 있어서, 스틱 실린더(121)의 부하가 소정치 이상인 경우에 목표 속도를 저감하고 그 신축 변위 속도를 저감시키도록 스틱 실린더(121)를 제어하므로 실린더(121)의 부하가 급격히 빠진 경우라도 그 신축 변위를 급격히 변동시키지 않고 버킷(400)을 극히 순조롭게

제어할 수가 있다. 따라서, 법면 형성 등의 소망의 건설 작업에서의 완성 정밀도가 대폭 향상된다.

또한, 이 때 제어부(18)에서는 목표 속도와 스택(300)의 자세 정보에 따라서 버킷(400)이 소정의 이동 속도로 이동하도록, 실린더(121)를 피드백 제어하므로 보다 정확히 버킷(400)의 이동 속도를 제어할 수가 있고, 또한 소망의 건설 작업에서의 완성 정밀도가 향상된다.

여기서 상기 스택(300)의 자세 정보는 본 실시예에서는 실린더(121)의 신축 변위 정보로부터 검출하게 되어 있기 때문에, 극히 간단한 구성으로 간편하게 얻어지고, 컨트롤러(1)의 간소화에 크게 기여한다.

또한, 실린더(121)의 부하가 소정치 이상인 경우에는 그 부하 상태에 따라서, I 게인(K_{pi})에 의한 실린더(121)의 피드백 제어를 규제하기 때문에 필요 최저한의 실린더(121)의 신축 변위 속도(버킷(400)의 굴삭력)는 확보(유지)하면서 상기 신축 변위 속도가 적분 동작 요소에 의해 계속 증대하는 것을 확실하게 방지할 수가 있다. 따라서, 소망의 건설 작업을 고정밀도로, 또한 효율적으로 행할 수가 있다.

또한, 본 실시예에서는 실린더(121)의 부하 증대에 따라, 목표 속도의 저감량을 증대시키고(도 32 참조), 버킷(400)의 이동 속도를 저감시키므로 용이한 설정으로 극히 순조롭게 버킷(400)의 이동 속도를 저감(변화)시킬 수 있고, 컨트롤러(1)의 간소화와 성능향상에 크게 기여한다.

또한, 본 실시예에서는 도 33을 사용하여 설명하였듯이, 실린더(121)의 부하 증대에 따라, I 게인(K_{pi})에 의한 피드백 제어의 규제량을 증대시키므로 간단한 설정으로 매우 신속하게 I 게인(K_{pi})에 의한 실린더(121)의 신축 변위 속도(버킷(400)의 이동 속도)의 증대를 억제하여 실린더(121)에 대한 급격한 부하 변화에 대응할 수가 있다.

또한, 실린더(121)의 부하가 소정치보다 작은 상태가 되는 과도 상태하에서는 로우패스 필터(184)를 통하여 그 변화를 완만하게 한 부하 정보를 기초로, 버킷(400)의 이동 속도를 증대시키므로 실린더(121)의 부하가 갑자기 빠진 경우라도 버킷(400)의 이동 속도를 서서히 증대시킬 수 있다. 따라서, 버킷(400)은 갑자기 부하가 빠져도 매우 순조롭게 제어되며 이것에 의해 또한 소망의 건설 작업의 완성 정밀도가 대폭 향상한다.

또한, 상술의 제어부(18)는 실린더(121)를 위한 유압 회로가 오픈 센터형인 경우에 특히 유효하지만, 다른 형에 적용하더라도 상기와 같은 작용·효과를 기대할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 제어부(18)에 I 게인 보정부(70a), 로우패스 필터(184) 및 목표 실린더 속도 보정부(187)를 설치하고 있지만, 적어도 목표 실린더 속도 보정부(187)를 설치하면 실린더(121)에 대한 급격한 부하 변화에 대응할 수가 있다.

(8) 제 8 실시예의 설명

다음에 제 8 실시예에 따른 건설 기계의 제어 장치에 관해서 주로 도 34 내지 도 36를 사용하여 설명한다. 또한, 이 제 8 실시예가 적용되는 건설 기계의 전체 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 1 등을 사용하여 설명한 내용과 같고, 건설 기계의 제어 시스템의 개략 구성은 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 2 내지 도 4를 사용하여 설명한 내용과 같으며, 또한 이 건설 기계의 대표적인 반자동 모드의 양태에 관해서는 상술한 제 1 실시예에 있어서 도 9 내지 도 14를 사용하여 설명한 내용과 같기 때문에, 이들에 상당하는 부분에 관해서는 설명을 생략하고 이하에서는 주로 제 1 실시예에 대하여 다른 부분에 관해서 설명한다.

일반적으로 유압 서클에서는 예를 들면, 굴삭한 토사 등을 버킷(400)에 수용한 채로 운반하는 경우 등, 붐(200) 및 스택(300)을 움직여더라도 버킷(400)의 수평 방향(수직 방향)에 대한 각도(버킷 각도)가 항상 일정하게 유지되는 제어(버킷각 일정 제어)가 필요하게 되는 경우가 있다.

이 때, 버킷(400)(유압 실린더(122))의 PID 피드백 제어 시스템에서는 붐(200)이나 스택(300)의 조작중에 실재의 버킷 각도와 목표로 하는 버킷 각도와의 편차가 커지면, P (비례 요소), I (적분 요소), D (미분 요소) 중 I (적분 요소)의 기능에 의해, 유압 실린더(122)에의 지령치(제어 목표치)를 크게 하고, 그 편차를 작게 하도록 한다.

그런데, 붐(200), 스택(300) 및 버킷(400)을 위한 조작 레버(조작 부재)(6, 8)를 중립 위치(비동작 위치)로 하고 버킷(400)을 정지시킬 때, 상기 제어 시스템에서는 정지때까지의 I (적분요소)의 축적분에 의해 유압 실린더(122)에의 지령치가 바로 재료가 되지 않으므로 조작 레버(6, 8)를 비동작 위치로 해도 버킷(400)은 곧 정지하지 않고 오버 슈트가 발생하여 제어 정밀도를 저하시킨다.

본 발명의 제 8 실시예로서의 건설 기계의 제어 장치는 이러한 과제를 해결하도록 구성된 것이며, 조작 부재(6, 8)를 비동작 위치로 하였을 때의 버킷(작업 부재)(400)의 오버 슈트를 방지하여 작업 부재의 제어 정밀도의 향상을 도모한다.

이하, 본 실시예에 관해서 설명하면 우선, 본 실시예에서는 신호 변환기(26)와 붐 자세 검출 수단으로서의 리졸버(20)에서, 붐 유압 실린더(120)의 신축 변위 정보를 검출하는 붐 유압 실린더 신축 변위 검출 수단이 구성되고, 신호 변환기(26)와 스택 자세 검출 수단으로서 리졸버(21)에서, 스택 유압 실린더(121)의 신축 변위 정보를 검출하는 스택 유압 실린더 신축 변위 검출 수단이 구성되고, 또한, 신호 변환기(26)와 버킷 자세 검출 수단으로서의 리졸버(22)에서 버킷 유압 실린더 신축 변위 검출 수단이 구성된다(도 1 참조).

또한, 컨트롤러(1)에 있어서의 붐 제어부(1A, 1B, 1C)는 기본적으로 변위, 속도에 관한 피드백 루프와 피드 포워드 루프의 다자유도 구성으로 되어 있고, 제어 게인(제어 파라미터) 가변의 피드백 루프식 보상 수단(72)과, 제어 게인(제어 파라미터) 가변의 피드 포워드식 보상 수단(73)과, 조작 레버(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 실린더(120, 121, 122)의 목표 속도(제어 목표치)를 구하는 목표 실린더 속도 설정 수단((80))을 구비하여 구성된다(도 5 참조).

즉, 조작 레버(암 기구 조작 부재)(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 목표 실린더 속도 설정부(제어 목표치 설정 수단)(80)에 목표 속도(제어 목표치)가 주어지면, 피드백 루프 처리에 관해서는 목표 속도와 속도 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(K_{vp}) (부호 62 참조)를 곱하는 루프(미분 동작 요소 D)와, 목표 속도를

일단 적분하고(도 5의 적분 요소 61 참조), 이 목표 속도 적분 정보와 변위 정도 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kpp) (부호 63 참조)를 곱하는 루프(비례 동작 요소 P)와, 상기 목표 속도 적분 정보와 변위 피드백 정보와의 편차에 소정의 게인(Kpi)(부호 64 참조)를 곱해 적분(부호 66 참조)을 실시하는 루프(적분 동작 요소 I)에 의한 처리가 이루어지고, 또한 피드 포워드 루프 처리에 관해서는 목표 속도에 소정의 게인(Kf)(부호 65 참조)를 거는 루프에 의한 처리가 이루어진다.

즉, 본 실시예의 제어부(1A, 1B, 1C)는 주어진 목표 속도와 리졸버(20 내지 22)에서 검출된 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)의 자세 정보(여기서는 리졸버(20, 21, 22)에 의해 검출되는 각각의 실린더(120, 121, 122)의 신축 변위 정보)에 따라서 붐(200), 스틱(300), 버킷(400)이 소정의 자세가 되도록 비례 동작 요소(P), 적분 동작 요소(I) 및 미분 동작 요소(D)를 갖는 PID 피드백 제어 시스템으로 유압 실린더(120, 121, 122)를 각각 제어한다.

또한, 상기 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값은 각각 게인 스케줄러(제어 파라미터용 스케줄러)(70)에 의해서 변경 가능하게 구성되어 있고, 이와 같이 게인(Kvp, Kpp, Kpi, Kf)의 값을 변경, 보정함으로써 붐(200)이나 버킷(400) 등을 목표로 하는 동작 상태로 제어하게 된다.

또한, 비선형 제어 테이블(71)이 전자 비례 밸브(3A 내지 3C)나 주제어 밸브(13 내지 15) 등의 비선형성을 제거하기 위해 설치되어 있지만, 이 비선형 제어 테이블(71)을 사용한 처리는 테이블 룩업 수법을 사용함으로써 컴퓨터로 고속으로 행해진다.

단, 본 실시예에서는 특히, 버킷각 제어 모드에서의 버킷(400)의 오버슈트를 방지하기 위해서 버킷 제어 시스템인 제어부(1C)는 도 34, 도 35에 도시하는 바와 같이 목표 실린더 속도 설정 수단(80)이 목표 버킷 실린더 길이 연산 수단(80')으로서 구성됨과 함께, 제어 편차 검출 수단(281), AND 게이트(논리적 회로)(282) 및 스위치(283)를 구비하여 구성된다. 또한, 도 34, 도 35에 있어서 도 5중에 도시하는 부호와 동일 부호를 붙인 것은 각각 도 5에 의해 전술한 것과 같은 것이다.

여기서 목표 버킷 실린더 길이 연산 수단(80')은 실제 붐 각(θ_{bm} ')(도 36 참조)과 실제의 스틱각(θ_{st} ')(도 36 참조)으로부터 목표가 되는 버킷 실린더(122)의 길이(제어 목표)를 소정의 연산에 의해 구하는 것으로, 본 제어부(1C)에서는 이 연산 수단(80')에 의해 얻어진 제어 목표치를 미분한 값(속도 정보)에 따라서 PID 피드백 제어가 행하여진다.

구체적으로, 이 목표 버킷 실린더 길이 연산 수단(80')에서는 이하에 나타내는 연산식(3-1) 내지(3-7)을 사용해, 목표 버킷 실린더 길이를 구한다. 또한, 이하에 있어서 $L_{i/j}$ 는 고정 길이, $R_{i/j}$ 는 가변 길이, $A_{i/j/k}$ 은 고정 각도, $\theta_{i/j/k}$ 은 가변 각도를 나타내고, L의 첨자 i/j는 절점(i, j) 간을 나타내며 A, θ 의 첨자(i/j/k)는 절점(i, j, k)을 $1 \rightarrow j \rightarrow k$ 의 순으로 연결하는 것을 나타낸다. 따라서, 예를 들면 $L_{101/102}$ 는 절점(101)과 절점(102)과의 거리를 나타내며 $\theta_{103/104/105}$ 는 절점(103 내지 105)을 절점(103) \rightarrow 절점(104) \rightarrow 절점(105)의 순으로 이어졌을 때에 이루어지는 각도를 나타낸다.

또한, 여기서는 도 36에 도시하는 바와 같이 절점(101)을 xy 좌표의 원점으로 가정함과 함께, 원점, 절점(104)을 잇는 직선과 x 축과 이루어지는 각도(붐각도)를 θ_{bm} ', 원점, 절점(104)을 연결하는 직선과 절점(104, 107)을 연결하는 직선이 이루는 각도(스틱 각도)를 θ_{st} ', 절점(104, 107)을 잇는 직선과 버킷(400)과의 이루는 각도를 θ_{bk} '로 한다. 단, 도 36중에 도시하는 각도는 모두 시계 반대 방향을 +(正)으로 하고 있고, 이 때문에 각 각도(θ_{st} ', θ_{bk} ')는 각각 -(負) 값을 갖는다. 우선, 목표 버킷 실린더 길이($R_{106/108}$)는 여현 정리로부터 다음과 같이 나타낸다.

$$R_{106/108} = (L_{106/107}^2 + L_{107/109}^2 - 2L_{106/107} \cdot L_{107/109} \cdot \cos 2\pi - A_{104/107/108} - A_{104/107/108} - \theta_{109/107/108})^{1/2} \quad (3-1)$$

여기서 이 식(3-1)에 있어서의 $\theta_{109/107/108}$ 는

$$\theta_{109/107/108} = \theta_{109/107/110} + \theta_{108/107/110} \quad (3-2)$$

로 나타내며, 또한 이 식(3-2)에서의 $\theta_{109/107/110}$, $\theta_{108/107/110}$ 는 각각 여현 정리에 의해 아래와 같이 나타낸다.

$$\theta_{109/107/110} = \cos^{-1} [(L_{107/109}^2 + R_{107/110}^2 - L_{109/110}^2) / 2L_{107/109} \cdot R_{107/110}] \quad (3-3)$$

$$\theta_{108/107/110} = \cos^{-1} [(L_{107/108}^2 + R_{107/110}^2 - L_{108/110}^2) / 2L_{107/108} \cdot R_{107/110}] \quad (3-4)$$

여기서 상기 식(3-3), (3-4)에 있어서 $L_{107/108}$, $L_{107/109}$, $L_{108/110}$ 및 $L_{109/110}$ 은 모두 기지의 고정 값이기 때문에 $R_{107/110}$ 를 구하고, 식(3-3), (3-4)을 식(3-2)에 대입하고 또한 식(3-2)을 식(3-1)에 대입하면 목표 버킷 실린더 길이($R_{106/108}$)를 구할 수 있다. $R_{107/110}$ 는 여현 정리로부터,

$$R_{107/110} = (L_{107/108}^2 + L_{108/110}^2 - 2L_{107/108} \cdot L_{108/110} \cdot \cos \theta_{107/108/110})^{1/2} \quad (3-5)$$

로 나타낼 수 있고, 또한 이 식(3-5)에 있어서의 $\theta_{107/108/110}$ 는

$$\theta_{107/108/110} = \pi - A_{104/108/107} - A_{110/108/115} - \theta_{bk}' \quad (3-6)$$

로 나타낼 수 있다. 그리고, 이 식(3-6)에 있어서의 θ_{bk}' 는 다음과 같이 버킷각(Φ)(제어 목표치)와 실제의 붐각(θ_{bm} '), 스틱각(θ_{st}')과의 함수로서 나타낼 수 있다.

$$\theta_{bk}' = \psi - \pi - \theta_{bm}' - \theta_{st}' \quad (3-7)$$

따라서, 실제의 붐각(θ_{bm} '), 스틱각(θ_{st}')이 리졸버(20, 21)에서 얻어지면, 상기 식(3-7)을 식(3-6)에

대입하고, 또한 식(3-6)을 식(3-5)에 대입함으로써 상기 $R_{107/110}$ 가 구해지고, 최종적으로 식(3-1) 내지 (3-4)에 의해 목표 버킷 실린더 길이($R_{106/109}$)가 구해진다.

또한, 여기서는 상기와 같이 실제의 볼각(θ_{bm}), 스틱각(θ_{st})으로부터 목표 버킷 실린더 길이($R_{106/109}$)를 구하고 있지만, 예를 들면 볼 실린더(120)의 길이, 스틱 실린더(121)의 길이로부터 목표 버킷 실린더 길이($R_{106/109}$)를 구할 수 있다.

다음에 도 34, 도 35에 있어서 제어 편차 검출 수단(281)은 이 피드백 제어 시스템의 제어 편차가 소정치 이상인지 어떤지를 검출하는 것이고, AND 게이트(282)는 이 제어 편차 검출 수단(281)의 출력과 모든 조작 레버(6, 8)가 중립 위치(비동작 위치)에 있을 때의 신호와의 논리적을 기점으로, 모든 조작 레버(6, 8)가 중립 위치이고 또한 상기 제어 편차가 소정치 이상인 경우(제 1 조건으로 한다)에 H 펄스를 출력한다.

그리고, 스위치(283)는 상기 AND 게이트(282)로부터 H 펄스가 출력되었을 때에 온 상태가 되는 것으로, 이 스위치(283)가 온 상태일 때에 상기 게인(K_{pi})의 피드백 제어 루프가 상기 게인(K_{vp})의 피드백 제어 루프 및 게인(K_{pp})의 피드백 제어 루프에 가해진다.

즉, 본 제어부(1C)는 상기 제 1 조건을 만족시키는 경우에는 게인(K_{pp}), 게인(K_{vp}) 및 게인(K_{pi})의 루프(비례 동작 요소 P, 미분 동작 요소 D) 및 적분 동작 요소(I))에 의한 PID 피드백 제어를 실시하는 제 1 제어 시스템(제 1 제어 수단)과, 상기 제 1 조건을 만족시키지 않는 경우에는 K_{pi} 의 루프(적분 동작 요소 I)에 의한 피드백 제어를 금지하여 PD 피드백 제어를 실시하는 제 2 제어 시스템(제 2 제어 수단)을 구비하고 있다.

본 발명의 제 8 실시예로서의 건설 기계의 제어 장치는 상술한 바와 같이 구성되어 있기 때문에 반자동 제어에 있어서는 우선, 버킷 이끝(112)의 이동 속도 및 방향을 목표 법면 설정각, 스틱 실린더(121) 및 볼 실린더(120)를 제어하는 파일럿 유압, 차량 경사각, 엔진 회전 속도의 정보로부터 구하고 그 정보를 기초로 각 실린더(120, 121, 122)의 목표 속도를 연산한다. 또한 이 때 엔진 회전 속도의 정보는 실린더 속도의 상한을 결정할 때 필요하다.

이 때, 본 실시예에서는 전술하였듯이 제어부(1C)에 있어서, 모든 조작 레버(6, 8)가 중립 위치이고, 또한 상기 제어 편차가 소정치 이상인 제 1 조건을 만족시킬 경우에 스위치(83)가 온 상태가 되고, PID 피드백 제어(상기 제 1 제어 시스템에 의한 피드백 제어)가 실시되고, 이 제 1 조건을 만족시키지 않는 경우에는 스위치(83)가 오프 상태가 되어 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어가 금지되고 PD 피드백 제어(상기 제 2 제어 시스템에 의한 피드백 제어)가 실시된다.

이것에 의해, 조작 레버(6, 8)가 동작 위치에 있는 동안(즉, 버킷각(ϕ)이 변화하고 있는 동안)은 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어가 금지되므로 예를 들면, 버킷 실린더(122)의 목표 속도에 대한 제어 편차가 커졌을 때에 이 제어 편차를 작게 하기 위해서 적분 동작 요소에 의해 버킷 실린더(122)의 목표 속도가 커진다고 하는 목표 속도의 큰 변동을 억제할 수 있다.

따라서, 조작 레버(6, 8)가 동작 위치에 있는 상태에서부터 중립 위치가 되었을 때(버킷각(ϕ)을 소망의 각도로 유지할 때), 제어 편차가 있는 경우(소정치 이상의 경우)에 상술한 바와 같이 스위치(283)를 온으로 하고, 적분 동작 요소(I)에 의한 피드백 제어를 PD 피드백 제어에 가하여 PID 피드백 제어를 실시함으로써, PD 피드백 제어에서는 완전히 제로로 할 수 없던 제어 편차를 신속히 제로에 가깝게 버킷 실린더(122)의 신속 변위(즉, 버킷(400)의 자세)를 목표치(버킷각)에 빠르게 제어하여 정지시킬 수 있다.

이상과 같이 본 실시예에 따른 시스템에서는 조작 레버(6, 8)가 중립 위치일 때(버킷(400)을 정지시키려고 했을 때)이고, 또한 제어 편차가 소정치 이상인 경우에는 제어부(1C)에서 적분 동작 요소(I)에 의한 피드백 제어를 PD 피드백 제어에 가하여 PID 피드백 제어를 실시하기 때문에, PD 피드백 제어만으로 완전히 제로에 할 수 없던 제어 편차를 매우 신속히 제로에 가까이 하여 버킷(400)을 소망의 자세에 빠르고 정확히 제어할 수 있고, 버킷(400)의 오버 슈트 등을 확실히 방지하며, 극히 고정밀도로 버킷(400)을 제어할 수가 있다.

또한, 본 실시예에서는 버킷(400)의 자세 정보를 리졸버(22), 신호 변환기(26)에 의해 실린더(122)의 신속 변위 정보로서 검출하고 있으므로, 간단한 구성으로 정확한 버킷(400)의 자세 정보를 검출할 수 있다.

또한, 상술의 실시예에서는 도 34, 도 35에 도시하는 구성을 버킷 제어 시스템에 적용하고 있지만, 볼 제어 시스템(제어부(1A)), 스틱 제어 시스템(제어부(1B))에 적용하여도 상술과 같은 작용 효과를 기대할 수 있다.

(9) 기타

본 발명의 건설 기계의 제어 장치는 상술한 각 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 변경하지 않는 범위에서 여러 가지 변경이 가능하다.

예를 들면, 상술한 각 실시예에서는 본 발명을 유압 서클에 적용한 경우에 관해서 설명하고 있지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 실린더식 액추에이터로 구동되는 관절식 암 기구를 갖는 트랙터, 로더, 불도저 등의 건설 기계라면 동일하게 적용되며 어느 건설 기계에 있어도 상술과 같은 작용효과를 얻을 수 있다.

또한, 상술한 각 실시예에서는 실린더식 액추에이터를 동작시킨 유체압 회로가 유압 회로인 경우에 관해서 설명하고 있지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 작동유 이외의 액체압이나 공기압 등에 의한 유체압 회로를 사용할 수 있으며, 이 경우도 상술한 실시예와 같은 작용 효과를 얻을 수 있다.

또한, 상술한 각 실시예에서는 유압 회로에 장치된 펌프(51, 52)가 토출량 가변형인 경우에 관해서 설명하였지만, 유압 회로에 장치되는 펌프는 토출량 고정형(고정 용량형)으로 할 수도 있고, 이 경우도 상술한

실시예와 같은 작용 효과를 얻을 수 있다.

산업상이용가능성

본 발명을 반자동 제어 모드를 구비한 유압 서보 등의 건설 기계에 사용함으로써, 한층더 기능 향상을 도모할 수 있다. 또한, 이러한 건설 기계의 작업성이나 조작성의 향상에도 기여할 수 있고, 그 유용성은 매우 높다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

건설 기계 본체(100)측에 암 부재(200, 300)를 요동 가능하게 지지함과 함께 상기 암 부재(200, 300)의 선단부에 작업 부재(400)를 요동 가능하게 지지하고, 상기 암 부재(200, 300) 및 상기 작업 부재(400)의 요동을 실린더식 액추에이터(120 내지 122)의 신축 동작에 의해 각각 행하도록 구성된 건설 기계에 있어서,

상기 암 부재(200, 300) 및 상기 작업 부재(400)를 조작하기 위한 조작 부재 (6, 8)와,

상기 조작 부재(6,8)에 의한 작업 개시시의 목표 이동 속도 특성이 시간 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되도록 상기 작업 부재(400)의 목표 이동 속도를 설정하는 목표 이동 속도 설정 수단(100a)과,

상기 목표 이동 속도 설정 수단(100a)에 설정된 상기 목표 이동 속도의 정보를 입력하고 상기 작업 부재(400)가 상기 목표 이동 속도로 되도록 상기 액추에이터(120 내지 122)를 제어하는 제어 수단(1)을 구비하는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 작업 개시시의 상기 목표 이동 속도 특성이 여현파(cosine wave) 특성으로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 작업 부재(400)에 의한 작업 종료시의 목표 이동 속도 특성이 시간 미분하여도 동일 종류의 특성이 되도록, 상기 목표 이동 속도 설정 수단(100a)으로써, 상기 목표 이동 속도가 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 작업 종료시의 상기 목표 이동 속도 특성이 여현파 특성으로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 목표 이동 속도 설정 수단(100a)이 상기 조작 부재(6, 8)의 위치에 따른 제 1의 목표 이동 속도 데이터를 출력하는 목표 이동 속도 출력부(102)와,

상기 작업 개시시 및 작업 종료시의 각 목표 이동 속도 특성이 시간 미분하여도 동일 종류의 특성으로 되는 제 2 목표 이동 속도 데이터를 기억한 기억부(103)와,

상기 기억부(103)의 데이터와 상기 목표 이동 속도 출력부(102)의 데이터를 비교하여 작은 쪽의 데이터를 목표 이동 속도 정보로서 출력하는 비교부(104)를 구비하여 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 6

건설 기계 본체(100)측에 암 부재(200, 300)를 요동 가능하게 지지함과 함께 상기 암 부재(200, 300)의 선단부에 작업 부재(400)를 요동 가능하게 지지하고, 상기 암 부재(200, 300) 및 상기 작업 부재(400)의 요동을 실린더식 액추에이터(120 내지 122)의 신축 동작에 의해 각각 행하도록 구성된 건설 기계에 있어서,

상기 작업 부재(400) 부착 암 부재(300)의 목표 동작정보를 조작 부재(8)의 위치에 따라서 설정하는 목표치 설정 수단(80)과,

상기 작업 부재(400) 부착 암 부재(300)의 동작정보를 검출하는 동작정보 검출 수단(91) 및 상기 건설 기계의 운전상태를 검출하는 운전상태 검출 수단(90)을 갖는 검출 수단(93)과,

상기 동작정보 검출 수단(91)으로부터의 검출 결과와 상기 목표치 설정 수단(80)에 설정된 상기 목표 동작정보를 입력하여 상기 작업 부재(400) 부착 암 부재(300)가 목표로 하는 동작 상태가 되도록 상기 액추에이터(120 내지 122)를 제어하는 제어 파라미터 가변형 제어 수단(1)을 구비하고,

상기 제어 수단(1)에, 상기 운전상태 검출 수단(90)에서 검출된 상기 건설 기계의 운전상태에 따라 상기 제어 파라미터를 변경할 수 있는 제어 파라미터용 스케줄러(70)가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 제어 수단(1)이 제어 파라미터 가변의 피드백 루프식 보상 수단(72)과, 제어 파라미터 가변의 피드 포워드식 보상 수단(73)을 구비하여 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 제어 파라미터용 스케줄러(70)가 상기 액츄에이터(120, 121)의 위치에 따라서 상기 제어 파라미터를 변경할 수 있도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 제어 파라미터용 스케줄러(70)가 상기 액츄에이터(120, 121)의 부하에 따라서 상기 제어 파라미터를 변경할 수 있도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서, 상기 제어 파라미터용 스케줄러(70)가 상기 액츄에이터(120, 121)에 관련하는 온도에 따라서 상기 제어 파라미터를 변경할 수 있도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 액츄에이터(120, 121)에 관련하는 온도가 상기 액츄에이터(120, 121)의 작동용 오일의 온도 또는 제어용 오일의 온도인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 12

건설 기계 본체(100)측에 암 부재(200, 300)를 요동 가능하게 지지함과 함께, 상기 암 부재(200, 300)의 선단부에서 작업 부재(400)를 요동 가능하게 지지하고, 상기 작업 부재(400) 부착 암 부재(300)의 요동을 실린더식 액츄에이터(120 내지 122)의 신축 동작에 의해 각각 행하도록 구성된 건설 기계에 있어서,

상기 작업 부재(400) 부착 암 부재(300)의 목표 동작정보를 조작 부재(8)의 위치에 따라서 설정하는 목표치 설정 수단(80)과,

상기 작업 부재(400) 부착 암 부재(300)의 동작정보를 검출하는 동작정보 검출 수단(91)과,

상기 동작정보 검출 수단(91)에서의 검출 결과와 상기 목표치 설정 수단(80)에 설정된 상기 목표 동작정보를 입력하여 상기 작업 부재(100) 부착 암 부재(300)가 목표로 하는 동작 상태가 되도록 상기 액츄에이터(120 내지 122)를 제어하는 제어 수단(1)과,

상기 목표 동작정보를 보정하기 위한 보정 정보를 기억하는 보정 정보 기억수단(140)을 구비하고,

상기 제어 수단(1)이 상기 보정 정보 기억 수단(140)으로부터의 상기 보정 정보에서 보정된 보정 목표 동작정보를 사용하여 상기 작업 부재(400) 부착 암 부재(300)가 목표로 하는 동작 상태로 되도록 상기 액츄에이터(120 내지 122)를 제어하기 위해 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 보정 정보 기억 수단(140)이 상기 작업 부재(400)부착 암 부재(300)에 소정의 동작을 행하게 하고, 상기 보정 정보를 수집하여 기억하도록 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 상기 보정 정보 기억 수단(140)이 상기 작업 부재(400)부착 암 부재(300)의 다른 동작 모드마다 다른 보정 정보를 기억하도록 구성되고,

상기 제어 수단(1)이 상기 작업 부재(400)부착 암 부재(300)의 동작 모드에 따라서 얻어진 보정 정보로 보정된 상기 보정 목표 동작정보를 사용하여 상기 작업 부재(400) 부착 암 부재(300)가 목표로 하는 동작 상태가 되도록 상기 액츄에이터(120 내지 122)를 제어하도록 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 15

건설 기계 본체(100)에 장착된 관절식 암 기구를 구성하는 서로 피봇 부착된 한 쌍 이상의 암 부재를 실린더식 액츄에이터로 구동할 때에, 검출된 상기 각 암 부재의 자세 정보에 따라서 상기 각 암 부재가 소정의 자세가 되도록 상기 실린더식 액츄에이터를 피드백 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서,

상기 한 쌍의 암 부재중에 한쪽 암 부재를 위한 제 1 실린더식 액츄에이터를 피드백 제어하는 제 1 제어 제어 시스템(1A')과,

상기 한 쌍의 암 부재중에 한쪽 암 부재를 위한 제 2 실린더식 액츄에이터를 피드백 제어하는 제 2 제어 시스템(1B')을 구비함과 함께,

상기 한 쌍의 암 부재 각각이 자신 이외의 다른 암 부재의 제어 시스템 [(1A')(1B')]에서의 피드백 편차 정보에 의거하여 자신의 암 부재의 제어 시스템 [(1B')(1A')]에서의 제어 목표치를 보정하기 위해 서로 연계하여 제어하는 보정 제어 시스템(11A, 11B)을 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 16

건설 기계 본체(100)와,

상기 건설 기계 본체(100)에 그 한 단부가 피봇 부착하고, 그 타단측에는 작업 부재(400)를 가짐과 함께 관절부를 거쳐서 서로 접속된 한 쌍 이상의 암 부재(200, 300)를 갖는 관절식 암 기구와,

신축 동작을 행함으로써 상기 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액츄에이터(120, 121)를 갖는 실린더식

액츄에이터 가구와,

상기 각 암 부재(200, 300)의 자세 정보를 검출하는 자세 검출 수단(83)과,

상기 자세 검출 수단(83)에서 검출된 검출 결과에 의거하여 상기 각 암 부재 (200, 300)가 소정의 자세가 되도록 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)를 제어하는 제어 수단(1)을 구비하고,

상기 제어 수단(1)이

상기 한 쌍의 암 부재(200, 300)중 한쪽 암 부재(200)를 위한 제 1 실린더식 액츄에이터(120)를 피드백 제어하는 제 1 제어 시스템(1A')과,

상기 한 쌍의 암 부재(200, 300)중 다른 쪽 암 부재(300)를 위한 제 2 실린더식 액츄에이터(121)를 피드백 제어하는 제 2 제어 시스템(1B')를 구비함과 함께,

상기 제 2 제어 시스템(1B')에서의 피드백 편차 정보에 따라서 상기 제 1 제어 시스템(1A')의 제어 목표치를 보정하는 제 1 보정 제어 시스템(11A)과,

상기 제 1 제어 시스템(11A)에서의 피드백 편차 정보에 따라서 상기 제 2 제어 시스템(1B')의 제어 목표치를 보정하는 제 2 보정 제어 시스템(11B)을 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 자세 검출 수단(83)이 상기 실린더식 액츄에이터 (120, 121)의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 18

제 16 항에 있어서, 상기 제 1 보정 제어 시스템(11A)에 상기 제 2 제어 시스템(1B')에서의 피드백 편차 정보로부터 상기 제 1 제어 시스템(1A')의 제어 목표치를 보정하기 위한 제 1 보정치를 발생시키는 제 1 보정치 발생부(111A)가 설치됨과 함께,

상기 제 2 보정 제어 시스템(11B)에 상기 제 1 제어 시스템(1A')에서의 피드백 편차 정보로부터 상기 제 2 제어 시스템(1B')의 제어 목표치를 보정하기 위한 제 2 보정치를 발생시키는 제 2 보정치 발생부(111B)가 설치된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 제 1 보정 제어 시스템(11A)에 상기 제 1 보정치에 대하여 제 1 중량 계수를 부가하는 제 1 중량 계수 부가부(112A)가 설치된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 20

제 18 항에 있어서, 상기 제 2 보정 제어 시스템(11B)에 상기 제 2 보정치에 대하여 제 2 중량 계수를 부가하는 제 2 중량 계수 부가부(112B)가 설치된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 21

건설 기계 본체(100)와,

상기 건설 기계 본체(100)에 대하여 일 단부가 회전 동작 가능하게 접속되는 붐(200)과,

상기 붐(200)에 대하여 일 단부가 관절부를 거쳐 회전 동작 가능하게 접속됨과 함께, 선단이 지면을 굴삭하여 내부에 토사를 수용가능한 버킷(400)을 타단에 파봇 부착되는 스택(300)과,

상기 건설 기계 본체(100)와 상기 붐(200) 사이를 거쳐서 장치되어 단부 간의 거리가 신축함으로써 상기 붐을 상기 건설 기계 본체에 대하여 회전시키는 붐 유압 실린더(120)와,

상기 붐(200)과 상기 스택(300) 사이를 거쳐서 장치되어 단부 간의 거리가 신축함으로써, 상기 스택(300)을 상기 붐(200)에 대하여 회전시키는 스택 유압 실린더(121)와,

상기 붐(200)의 자세 정보를 검출하는 붐 자세 검출 수단(20)과,

상기 스택(300)의 자세 정보를 검출하는 스택 자세 검출 수단(21)과,

상기 붐 자세 검출 수단(20)의 검출 결과에 의거하여 상기 붐 유압 실린더 (120)를 피드백 제어하는 붐 제어 시스템(1A')과,

상기 스택 자세 검출 수단(21)의 검출 결과에 따라서 상기 스택 유압 실린더 (121)를 피드백 제어하는 스택 제어 시스템(1B')과,

상기 스택 제어 시스템(1B')에서의 피드백 편차 정보에 의거하여 상기 붐 제어 시스템(1A')의 제어 목표치를 보정하는 붐 보정 제어 시스템(11A)과,

상기 붐 제어 시스템(1A')에서의 피드백 편차 정보에 의거하여 상기 스택 제어 시스템(1B')의 제어 목표치를 보정하는 스택 보정 제어 시스템(11B)을 구비하는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 상기 붐 자세 검출 수단(20)이 상기 붐 유압 실린더 (120)의 신축 변위 정보를 검출하는 붐 유압 실린더 신축 변위 검출 수단으로서 구성됨과 함께, 상기 스택 자세 검출 수단(21)이 상기 스택 유압 실린더(121)의 신축 변위 정보를 검출하는 스택 유압 실린더 신축 변위 검출 수단으로서 구성된 것을

특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 23

제 21 항에 있어서, 상기 붐 보정 제어 시스템(11A)에 상기 스택 제어 시스템(18')에서의 피드백 편차 정보로부터 상기 붐 제어 시스템(1A')의 제어 목표치를 보정하기 위한 붐 보정치를 발생하는 붐 보정치 발생부(111A)가 설치됨과 함께,

상기 스택 보정 제어 시스템(11B)에 상기 붐 제어 시스템(1A')에서의 피드백 편차 정보로부터 상기 스택 제어 시스템(18')의 제어 목표치를 보정하기 위한 스택 보정치를 발생하는 스택 보정치 발생부(111B)가 설치된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 24

제 21 항에 있어서, 상기 붐 보정 제어 시스템(11A)에 상기 붐 보정치에 대하여 붐 중량 계수를 부가하는 붐 중량 계수 부가부(112A)가 설치된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 25

제 23 항에 있어서, 상기 스택 보정 제어 시스템(11B)에 상기 스택 보정치에 대하여 스택 중량 계수를 부가하는 스택 중량 계수 부가부(112B)가 설치된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 26

건설 기계 본체(100)에 장착된 관절식 암 기구를 구성하는 서로 피봇 부착된 한 쌍 이상의 암 부재(200, 300)를 실린더식 액추에이터(120, 121)로 구동할 때에 조작부재(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 얻어진 연산 제어 목표치에 따라서 상기 각 암 부재(200, 300)가 소정의 자세로 되도록 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)를 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서,

자신 및 자신 이외의 다른 암 부재(200, 300)의 실제 자세 정보로부터 암 부재(200) 자신을 위한 제어 시스템(1A')의 실제 제어 목표치를 구하고, 상기 실제 제어 목표치와 상기 연산 제어 목표치로부터 합성 제어 목표치를 구하고, 상기 합성 제어 목표치에 의거하여 상기 한 쌍의 암 부재(200, 300)중 소망하는 암 부재(200)가 소정의 자세가 되도록, 상기 실린더식 액추에이터(120)를 제어하는 제어 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 27

제 26 항에 있어서, 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)를 위한 유압 회로가 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)의 신축 변위 속도가 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)에서 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 28

건설 기계 본체(100)와,

상기 건설 기계 본체(100)에 그 한 단부가 피봇 부착되고, 그 타단측에 작업 부재(400)를 가짐과 함께, 관절부를 거쳐 서로 접속된 한 쌍 이상의 암 부재(200, 300)를 갖는 관절식 암 기구와,

신축 동작을 행함으로써 상기 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액추에이터(120 내지 122)를 갖는 실린더식 액추에이터 기구와,

조작 부재(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 연산 제어 목표치를 구하는 연산 제어 목표치 설정 수단(31, 33)과,

상기 연산 제어 목표치 설정 수단(31, 33)에서 얻어진 상기 연산 제어 목표치에 따라서 상기 각 암 부재(200, 300)가 소정의 자세가 되도록, 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)를 제어하는 제어 수단(1)을 구비하고,

상기 제어 수단(1)이

상기 한 쌍의 암 부재(200, 300) 중 소망하는 암 부재(200)에 대해서 자신 및 자신 이외의 다른 암 부재(200, 300)의 실제 자세 정보로부터 자신의 암 부재(200)를 위한 제어 시스템의 실제 제어 목표치를 구하는 실제 제어 목표치 연산 수단(34)과,

상기 실제 제어 목표치 연산 수단(34)에서 얻어진 상기 실제 제어 목표치와 상기 연산 제어 목표치 설정 수단(31, 33)에서 얻어진 상기 연산 제어 목표치로부터 합성 제어 목표치를 구하는 합성 제어 목표치 연산 수단(35)과,

상기 합성 제어 목표치 연산 수단(35)에서 얻어진 상기 합성 제어 목표치에 의거하여 상기 소망하는 암 부재(200)가 소정의 자세가 되도록 상기 실린더식 액추에이터(120)를 제어하는 제어 시스템(1A')을 구비하는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 29

제 28 항에 있어서, 상기 제어 시스템(1A')이 상기 합성 제어 목표치 연산 수단(35)에서 얻어진 상기 합성 제어 목표치와 암 부재 자체 검출 수단(20, 21)에서 검출된 상기 각 암 부재(200, 300)의 자세 정보에 의거하여 상기 각 암 부재(200, 300)가 소정의 자세로 되도록 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)를 피드백 제어하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 30

제 29 항에 있어서, 상기 암 부재 자세 검출 수단(20, 21)이 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 31

제 28 항에 있어서, 상기 합성 제어 목표치 연산 수단(35)이 상기 실제 제어 목표치 및 상기 연산제어 목표치에 소정의 중량 정보를 부가하여 상기 합성 제어 목표치를 구하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 32

제 28 항에 있어서, 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)를 위한 유압 회로가 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 신축 변위 속도가 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)에서 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 33

건설 기계 본체(100)와,

상기 건설 기계 본체(100)에 대하여 일 단부가 회전 동작 가능하게 접속되는 붐(200)과,

상기 붐(200)에 대하여 일 단부가 상기 관절부를 거쳐서 회전 동작 가능하게 접속됨과 함께, 선단이 지면을 굴식하여 내부에 토사를 수용가능한 버킷(400)을 타단에 피봇 부착하는 스택(300)과,

상기 건설 기계 본체(100)와 상기 붐(200) 사이에 장착되어 단부 간의 거리가 신축함으로써, 상기 붐(200)을 상기 건설 기계 본체(100)에 대하여 회전시키는 붐 유압 실린더(120)와,

상기 붐(200)과 상기 스택(300) 사이에 장비되어 단부 간의 거리가 신축함으로써, 상기 스택(300)을 상기 붐(200)에 대하여 회전시키는 스택 유압 실린더(121)와,

암 기구 조작 부재(8)의 조작 위치 정보로부터 스택 제어를 위한 스택 제어 목표치를 구하는 스택 제어 목표치 설정 수단(32)과,

상기 스택 제어 목표치 설정 수단(32)에서 얻어진 상기 스택 제어 목표치에 의거하여 상기 스택 유압 실린더(121)를 제어하는 스택 제어 시스템(18')를 구비함과 함께,

상기 암 기구 조작 부재(6)의 조작 위치 정보로부터 붐 제어를 위한 붐 제어 목표치를 구하는 붐 제어 목표치 설정 수단(33)과,

상기 붐(200) 및 상기 스택(300)의 실제 자세 정보로부터 붐 제어를 위한 실제 붐 제어 목표치를 구하는 실제 붐 제어 목표치 연산 수단(34)과,

상기 실제 붐 제어 목표치 연산 수단(34)에서 얻어진 상기 실제 붐 제어 목표치와 상기 붐 제어 목표치 설정 수단(33)에서 얻어진 상기 붐 제어 목표치로부터 합성 붐 제어 목표치를 구하는 합성 붐 제어 목표치 연산 수단(35)과,

상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단(35)에서 얻어진 상기 합성 붐 제어 목표치에 의거하여 상기 붐(200)이 소정의 자세가 되도록 상기 붐 유압 실린더(120)를 제어하는 붐 제어 시스템(1A')을 구비하는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 34

제 33 항에 있어서, 상기 스택 제어 시스템(18')이 상기 스택 제어 목표치와 스택 자세 검출 수단(21)으로 검출된 상기 스택(300)의 자세 정보에 의거하여 상기 스택 유압 실린더(121)를 피드백 제어하도록 구성됨과 함께,

상기 붐 제어 시스템(1A')이 상기 합성 붐 제어 목표치와 붐 자세 검출 수단 (20)으로 검출된 상기 붐(200)의 자세 정보에 의거하여 상기 붐(200)이 소정의 자세가 되도록 상기 붐 유압 실린더(120)를 피드백 제어하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 35

제 34 항에 있어서, 상기 스택 자세 검출 수단(21)이 상기 스택 유압 실린더(121)의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성됨과 함께,

상기 붐 자세 검출 수단(20)이 상기 붐 유압 실린더(120)의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 36

제 33 항에 있어서, 상기 실제 붐 제어 목표치 연산 수단(34)이 상기 붐(200) 및 스택(300)의 실제 자세 정보로부터 상기 버킷(400)의 이갈 위치 정보를 연산하는 실제 버킷 이갈 위치 연산부(34A)와, 상기 실제 버킷 이갈 위치 연산부(34A)에서 얻어진 상기 버킷의 이갈 위치 정보로부터 상기 실제 붐 제어 목표치를 구하는 실제 붐 제어 목표치 연산부(34B)를 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 37

제 36 항에 있어서, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단(35)이 상기 실제 붐 제어 목표치 및 상기 붐 제어 목표치에 소정의 중량 정보를 부가하여 상기 합성 붐 제어 목표치를 구하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 38

제 37 항에 있어서, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단(35)에서 부가되는 상기 중량 정보가 0 이상 1 이하의 수치를 갖도록 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 39

제 37 항에 있어서, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단(35)이 상기 붐 제어 목표치에 제 1 중량 계수를 부가함과 함께, 상기 실제 붐 제어 목표치에 제 2 중량 계수를 부가하여 상기 합성 붐 제어 목표치를 구하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 40

제 39 항에 있어서, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단(35)에서 부가되는 상기 제 1 중량 계수 및 제 2 중량 계수가 함께 0 이상 1 이하의 수치를 갖도록 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 41

제 40 항에 있어서, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단(35)에서 부가되는 상기 제 1 중량 계수는 상기 스틱 유압 실린더(121)의 신장량이 커질수록 작아지게 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 42

제 39 항에 있어서, 상기 제 1 중량 계수 및 제 2 중량 계수의 합이 1 이 되도록 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 43

제 42 항에 있어서, 상기 합성 붐 제어 목표치 연산 수단(35)에서 부가되는 상기 제 1 중량 계수가 상기 스틱 유압 실린더(121)의 신장량이 커질수록 작아지게 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 44

제 33 항에 있어서, 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스틱 유압 실린더(121)를 위한 유압 회로가 각 실린더(120, 121)의 신축 범위 속도가 실린더(120, 121)에 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 45

원동기(700)로 구동되는 펌프(51, 52)와 제어 밸브 기구(3A 내지 3C, 13 내지 15)를 갖는 유압 회로에 접속되어 상기 펌프(51, 52)로부터의 토출압으로 동작하는 실린더식 액추에이터(120 내지 122)에서, 건설 기계 본체(100)에 장비된 관절식 암 기구를 구동할 때에 검출된 상기 관절식 암 기구의 자세 정보에 따라서 상기 제어 밸브 기구(3A 내지 3C)에 제어 신호를 공급함으로써 상기 관절식 암 기구가 소정의 자세가 되도록, 상기 실린더식 액추에이터(120 내지 122)를 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서,

상기 원동기(700)에서의 상기 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인이 검출되면, 상기 토출 능력 변동 요인에 따라서 상기 제어 신호를 보정하는 보정 수단(60A 내지 60C)이 설치되어 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 46

건설 기계 본체(100)와,

상기 건설 기계 본체(100)에 그 한 단부가 파롯 부착되고, 그 타단측에는 작업 부재(400)를 가짐과 함께 관절부를 거쳐 서로 접속된 한 쌍 이상의 암 부재(200, 300)를 갖는 관절식 암 기구와,

신축 동작을 행함으로써, 상기 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액추에이터(120 내지 122)를 갖는 실린더식 액추에이터 기구와,

상기 실린더식 액추에이터 기구에 대하여 작동 유체의 공급 배출을 행하고 상기 실린더식 액추에이터 기구의 실린더식 액추에이터(120 내지 122)에 신축 동작을 행하게 위해 원동기(700)로 구동되는 펌프(51, 52)와 제어 밸브 기구(3A 내지 3C, 13 내지 15)를 갖는 유압 회로와,

상기 각 암 부재(200, 300)의 자세 정보를 검출하는 자세 검출 수단(20 내지 22)과,

상기 자세 검출 수단(20 내지 22)에서 검출된 검출 결과에 의거하여 상기 각 암 부재(200, 300)가 소정의 자세가 되도록 상기 제어 밸브 기구(3A 내지 3C)에 제어 신호를 공급하여 상기 실린더식 액추에이터(120 내지 122)를 제어하는 제어 수단(1)을 구비함과 함께,

상기 원동기(700)에서의 상기 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인을 검출하는 변동 요인 검출 수단(23)을 구비하고,

상기 제어 수단(1)에, 상기 변동 요인 검출 수단(23)에 의해 상기 펌프(51, 52)의 토출 능력 변동 요인이 검출되면, 상기 토출 능력 변동 요인에 따라서 상기 제어 신호를 보정하는 보정 수단(60A 내지 60C)이 설치된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 47

제 46 항에 있어서, 상기 원동기(700)가 회전 출력형 원동기로서 구성됨과 함께,

상기 변동 요인 검출 수단(23)이 상기 원동기(700)의 회전수 정보를 검출하는 수단으로서 구성되고,

또한, 상기 보정 수단(60A 내지 60C)이 상기 변동 요인 검출 수단(23)에 의해 상기 원동기(700)의 회전수 정보가 변동한 것이 검출되면, 이것에 따라서 상기 제어 신호를 보정하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 48

제 47 항에 있어서, 상기 보정 수단(60A 내지 60C)이,

상기 원동기(700)의 기준 회전수 정보를 설정하는 기준 회전수 설정 수단과,

상기 기준 회전수 설정 수단에 설정된 기준 회전수 정보와, 상기 변동 요인 검출 수단(23)에서 검출된 상기 원동기(700)의 실제 회전수 정보와의 편차를 연산하는 편차 연산 수단(60a)과,

상기 편차 연산 수단(60a)에서 얻어진 편차에 따라서 상기 제어 신호를 보정하기 위한 보정 정보를 연산하는 보정 정보 연산 수단(60b, 60c)을 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 49

제 48 항에 있어서, 상기 보정 정보 연산 수단(60b, 60c)이 상기 편차 연산 수단(60a)에서 얻어진 편차에 따라서, 상기 제어 신호를 보정하기 위한 보정 정보를 기억하는 기억 수단(60b)을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 50

건설 기계 본체(100)에 장비된 관절식 암 기구를 구성하는 암 부재(200, 300)를 신축 변위 속도가 부하에 따라서 변동하는 실린더식 액츄에이터(120, 121)로 구동할 때에, 제어 목표치에 따라서 상기 관절식 암 기구가 소정의 자세가 되도록 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)를 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서,

상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 부하가 소정치 이상인 경우에 상기 제어 목표치를 저감하고 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 상기 신축 변위 속도를 저감시키도록, 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)를 제어하는 제어 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 51

제 50 항에 있어서, 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)를 위한 유압 회로가 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 신축 변위 속도가 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)에 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 52

건설 기계 본체(100)와,

상기 건설 기계 본체(100)에 그 한 단부가 피봇 부착되고, 그 타단측에는 작업 부재(400)를 가짐과 함께 관절부를 거쳐 서로 접속된 한 쌍 이상의 암 부재(200, 300)를 갖는 관절식 암 기구와,

신축 변위 속도가 부하에 따라서 변동하도록 신축 동작을 행함으로써 상기 암 기구를 구동하는 복수의 실린더식 액츄에이터(120, 121)를 갖는 실린더식 액츄에이터 기구와,

조작 부재(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 제어 목표치를 구하는 제어 목표치설정 수단(80)과,

상기 제어 목표치 설정 수단(80)에서 얻어진 상기 제어 목표치에 의거하여 상기 각 암 부재(200, 300)가 소정의 자세가 되도록 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)를 제어하는 제어 수단(1)과,

상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 부하 상태를 검출하는 액츄에이터 부하 검출 수단(181)을 구비하고,

상기 제어 수단(1)이,

상기 액츄에이터 부하 검출 수단(181)에서 검출된 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 부하가 소정치 이상인 경우에 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 부하 상태에 따라서 상기 제어 목표치 설정 수단(80)에 설정된 상기 제어 목표치를 저감시키고 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)에 의한 상기 신축 변위 속도를 저감시키는 제 1 보정 수단(187)을 갖는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 53

제 52 항에 있어서, 상기 각 암 부재(200, 300)의 자세 정보를 검출하는 자세 검출 수단(20, 21)을 구비함과 함께,

상기 제어 수단(1)이 상기 제어 목표치 설정 수단(80)에서 얻어진 상기 제어 목표치와 상기 자세 검출 수단(20, 21)에서 검출된 상기 각 암 부재(200, 300)의 자세 정보에 의거하여 상기 각 암 부재(200, 300)가 소정의 자세가 되도록, 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121) 피드백 제어하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 54

제 53 항에 있어서, 상기 암 부재 자세 검출 수단(20, 21)이 상기 실린더식 액츄에이터(120, 121)의 신축

변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 55

제 53 항에 있어서, 상기 제어 수단(1)이,

상기 제어 목표치에 의거하여 상기 각 암 부재(200, 300)가 소정의 자세로 되도록 비례 동작 요소 및 적분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템에서 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)를 제어하는 수단으로서 구성됨과 함께,

상기 액추에이터 부하 검출 수단(181)에서 검출된 상기 실린더식 액추에이터 (120, 121)의 부하가 소정치 이상인 경우에 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)의 부하 상태에 따라서 상기 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 규제하는 제 2 보정 수단(70a)을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 56

제 52 항에 있어서, 상기 제 1 보정 수단(187)이 상기 실린더식 액추 에이터(120, 121)의 부하 증대에 따라 상기 제어 목표치의 저감량을 증대시키고 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)에 의한 상기 신축 변위 속도를 저감시키는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 57

제 55 항에 있어서, 상기 제 2 보정 수단(70a)이 상기 실린더식 액추 에이터(120, 121)의 부하 증대에 따라서 상기 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어의 규제량을 증대시키는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 58

제 52 항에 있어서, 상기 제어 수단(1)이 상기 액추에이터 부하 검출 수단(181)에서 검출된 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)의 부하가 소정치 이상인 상태에서부터 상기 소정치보다 작은 상태가 되는 과도 상태에서부터는 상기 액추에이터 부하 검출 수단(181)에서 얻어진 검출 결과의 변화를 완만하게 하는 적분 수단을 통하여 얻어진 결과에 의거하여 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)에 의한 상기 신축 변위 속도를 증대시키는 제 3 보정 수단(184, 187)을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 59

제 58 항에 있어서, 상기 적분 수단이 로우패스 필터(low-pass filter : 184)인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 60

제 52 항에 있어서, 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)를 위한 유압 회로는 상기 실린더식 액추에이터 (120, 121)의 신축 변위 속도가 상기 실린더식 액추에이터(120, 121)에 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 61

건설 기계 본체(100)와,

상기 건설 기계 본체(100)에 대하여 일 단이 회전 동작 가능하게 접속되는 붐(200)과,

상기 붐(200)에 대하여 일 단부가 상기 관절부를 거쳐 회전 동작 가능하게 접속됨과 함께 선단이 지면을 굴삭하여 내부에 토사를 수용가능한 버킷(400)을 타단에 파봇 부착하는 스택(300)과,

상기 건설 기계 본체(100)와 상기 붐(200) 사이에 장착되어, 단부 간의 거리가 신축함으로써 상기 붐(200)을 상기 건설 기계 본체(100)에 대하여 회전시키는 붐 유압 실린더(120)와,

상기 붐(200)과 상기 스택(300) 사이에 장착되어, 단부 간의 거리가 신축함으로써, 상기 스택(300)을 상기 붐(200)에 대하여 회전시키는 스택 유압 실린더 (121)와,

조작 부재(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 제어 목표치를 구하는 제어 목표치설정 수단(80)과,

상기 제어 목표치 설정 수단(80)에서 얻어진 상기 제어 목표치에 의거하여 상기 버킷(400)이 소정의 이동 속도로 이동하도록, 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스택 유압 실린더(121)를 제어하는 제어 수단(1)과,

상기 붐 유압 실린더(120) 또는 스택 유압 실린더(121)의 부하 상태를 검출하는 유압 실린더 부하 검출 수단(181)을 구비하고,

상기 제어 수단(1)이,

상기 유압 실린더 부하 검출 수단(181)에서 검출된 어느 실린더 부하가 소정치 이상인 경우에 상기 실린더 부하 상태에 따라서 상기 제어 목표치 설정 수단 (80)에 설정된 상기 제어 목표치를 저감시키고 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스택 유압 실린더(121)에 의한 버킷 이동 속도를 저감시키는 제 4 보정 수단(187)을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 62

제 61 항에 있어서, 상기 붐(200)의 자세 정보를 검출하는 붐 자세 검출 수단(20)과,

상기 스택(300)의 자세 정보를 검출하는 스택 자세 검출 수단(21)을 구비함과 함께,

상기 제어 수단(1)이 상기 제어 목표치 설정 수단(80)에서 얻어진 상기 제어 목표치와 상기 붐 자세 검출

수단(20) 및 스틱 자세 검출 수단(21)에서 검출된 상기 붐(200) 및 스틱(300)의 자세 정보에 의거하여 상기 버킷(400)이 소정의 이동 속도로 이동하도록 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스틱 유압 실린더(121)를 피드백 제어하도록 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 63

제 62 항에 있어서, 상기 스틱 자세 검출 수단(21)이 상기 스틱 유압 실린더(121)의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성됨과 함께,

상기 붐 자세 검출 수단(20)이 상기 붐 유압 실린더(120)의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 64

제 62 항에 있어서, 상기 제어 수단(1)이,

상기 제어 목표치에 의거하여 상기 버킷(400)이 소정의 이동 속도로 이동하도록 비례 동작 요소 및 적분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템으로, 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스틱 유압 실린더(121)를 제어하는 수단으로서 구성됨과 함께,

상기 유압 실린더 부하 검출 수단(181)에서 검출된 어느 실린더 부하가 소정치 이상의 경우에 상기 실린더 부하 상태에 따라서 상기 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 규제하는 제 5 보정 수단((70a)을 갖는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 65

제 61 항에 있어서, 상기 제 4 보정 수단(187)이 상기 실린더 부하의 증대에 따라서 상기 제어 목표치의 저감량을 증대시키고 상기 버킷 이동 속도를 저감시키는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 66

제 64 항에 있어서, 상기 제 5 보정 수단(70a)이 상기 실린더 부하의 증대에 따라서 상기 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어의 규제량을 증대시키는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 67

제 61 항에 있어서, 상기 제어 수단(1)이 상기 유압 실린더 부하 검출 수단(181)에서 검출된 어느 실린더 부하가 소정치 이상의 상태에서부터 상기 소정치보다 작은 상태가 되는 과도 상태하에서는, 상기 유압 실린더 부하 검출 수단(181)에서 얻어진 검출 결과의 변화를 완만하게 하는 적분 수단을 통하여 얻어진 결과에 의거하여 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스틱 유압 실린더(121)에 의한 버킷 이동 속도를 증대시키는 제 6 보정 수단(184, 187)을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 68

제 67 항에 있어서, 상기 적분 수단이 로우패스 필터(184)인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 69

제 61 항에 있어서, 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스틱 유압 실린더(121)를 위한 유압 회로는 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스틱 유압 실린더(121)의 신축 변위 속도가 상기 붐 유압 실린더(120) 및 스틱 유압 실린더(121)에서 작용하는 부하에 의존하는 오픈 센터형 회로인 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 70

건설 기계 본체(100)에 장착된 관절식 암 기구의 선단에 파봇 부착된 작업 부재(400)를 실린더식 액츄에이터(120 내지 122)로 구동할 때에 조작 부재(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 구해진 제어 목표치에 따라서 상기 작업 부재(400)가 소정의 자세가 되도록 비례 동작 요소, 적분 동작 요소 및 미분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템으로 상기 실린더식 액츄에이터를 제어하는 건설 기계의 제어 장치에 있어서,

상기 조작 부재(6, 8)의 조작 위치가 비동작 위치이고 또한 상기 피드백 제어 시스템의 제어 편차가 소정치 이상이라는 제 1 조건을 만족시키는 경우에는 상기 비례 동작 요소, 미분 동작 요소 및 상기 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 실시하는 제 1 제어 수단과,

상기 제 1 조건을 만족시키지 않는 경우에는 상기 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 금지하여 상기 비례 동작 요소 및 미분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 실시하는 제 2 제어 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 71

건설 기계 본체(100)와,

상기 건설 기계 본체(100)에 관절식 암 기구를 거쳐서 설치된 작업 부재(400)와,

신축 동작을 행함으로써 상기 작업 부재(400)를 구동하는 실린더식 액츄에이터(120 내지 122)를 갖는 실린더식 액츄에이터 기구와,

조작 부재(6, 8)의 조작 위치 정보로부터 제어 목표치를 구하는 제어 목표치설정 수단(80)과,

상기 작업 부재(400)의 자세 정보를 검출하는 자세 검출 수단(20 내지 22)과,

상기 제어 목표치 설정 수단(80)에서 얻어진 상기 제어 목표치와 상기 자세검출 수단(20 내지 22)에서 검

출된 상기 작업 부재(400)의 자세 정보에 의거하여 상기 작업 부재(400)가 소정의 자세로 되도록 비례 동작 요소, 적분 동작 요소 및 미분 동작 요소를 갖는 피드백 제어 시스템으로 상기 실린더식 액츄에이터(120 내지 122)를 제어하는 제어 수단(1)과,

상기 조작 부재(6, 8)의 조작 위치가 비동작 위치인지 여면지를 검출하는 조작 위치 검출 수단과,

상기 피드백 제어 시스템의 제어 편차가 소정치 이상인지 여면지를 검출하는 제어 편차 검출 수단(281)을 구비하고,

상기 제어 수단(1)이,

상기 조작 위치 검출 수단에 의해 검출된 상기 조작 부재(6, 8)의 조작 위치가 비동작 위치이고, 또한 상기 제어 편차 검출 수단(281)에 의해 검출된 상기 피드백 제어 시스템의 제어 편차가 소정치 이상이라는 제 1 조건을 만족시키는 경우에는 상기 비례 동작 요소, 미분 동작 요소 및 상기 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 실시하는 제 1 제어 수단과,

상기 제 1 조건을 만족시키지 않는 경우에는 상기 적분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 금지하고 상기 비례 동작 요소 및 미분 동작 요소에 의한 피드백 제어를 실시하는 제 2 제어 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

청구항 72

제 71 항에 있어서, 상기 자세 검출 수단(20 내지 22)이 상기 실린더식 액츄에이터(120 내지 122)의 신축 변위 정보를 검출하는 신축 변위 검출 수단으로서 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

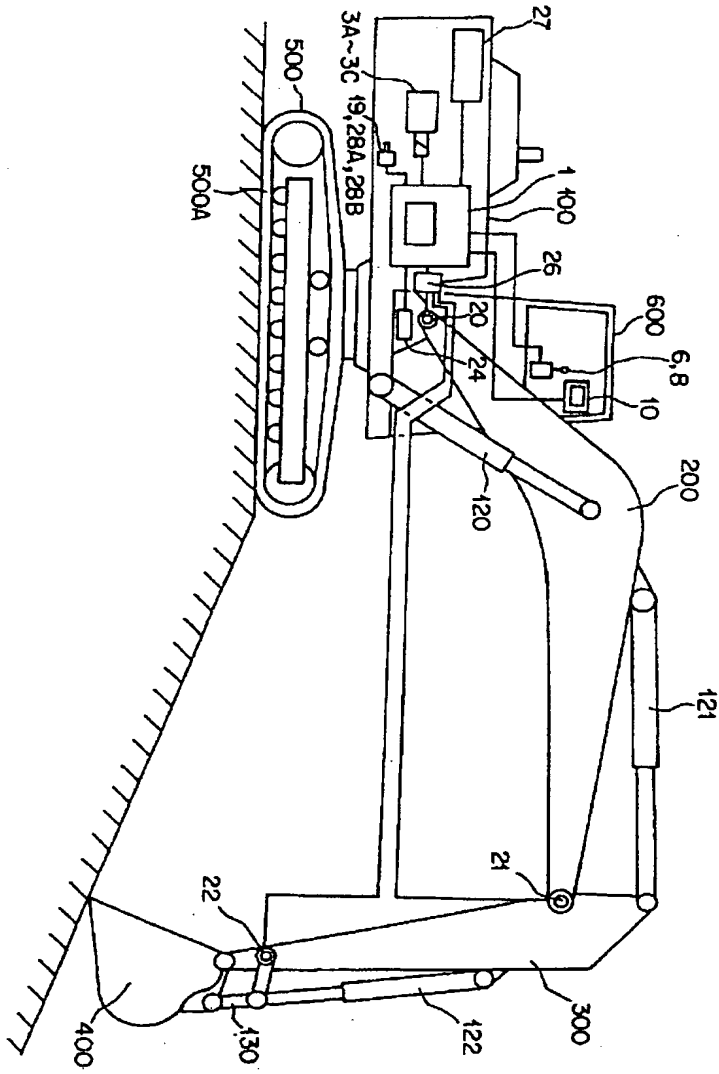
청구항 73

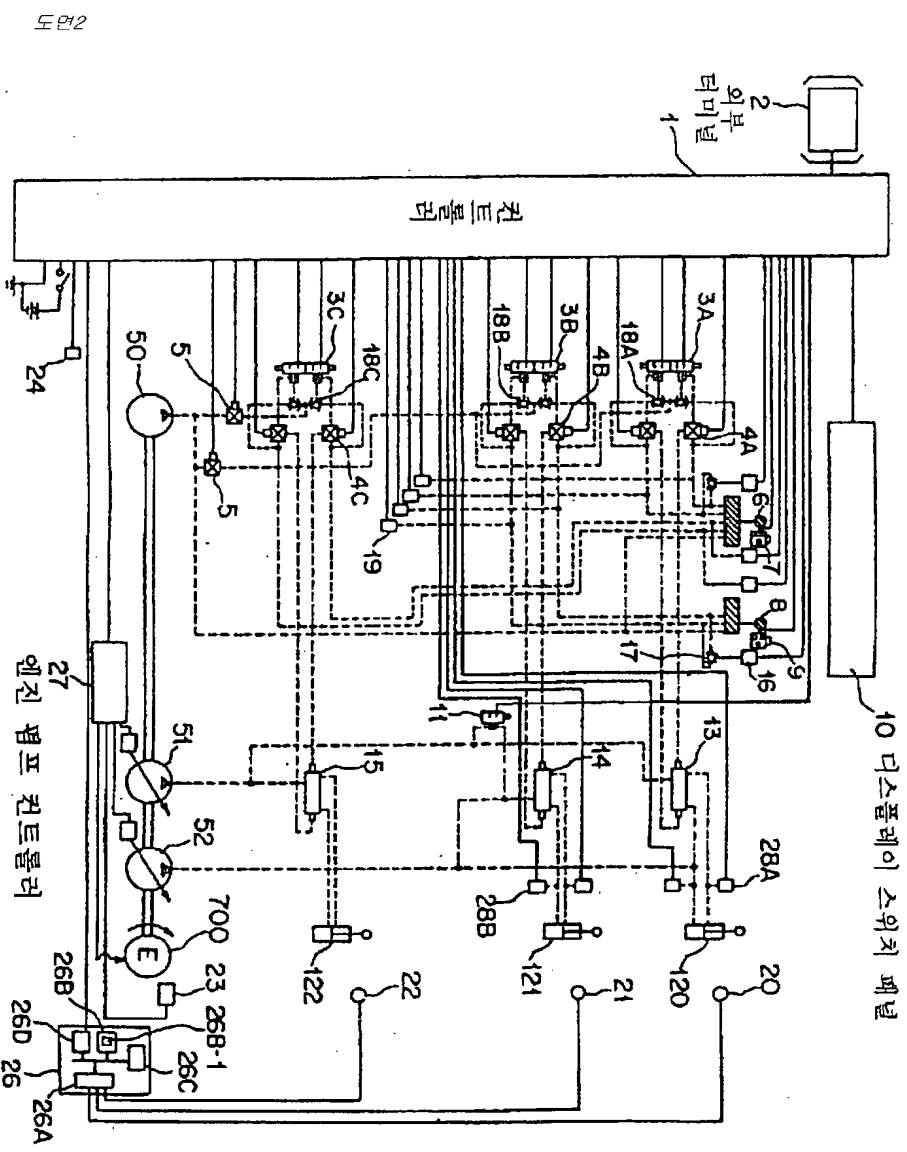
제 71 항에 있어서, 상기 관절식 암 기구가 서로 관절부를 거쳐서 피봇 부착된 붐(200) 및 스택(300)으로 구성되고,

또한, 상기 작업 부재(400)가 상기 스택(300)에 피봇 부착됨과 함께, 선단아 지면을 굴삭하여 내부에 토사를 수용 가능한 버킷으로 하여 구성된 것을 특징으로 하는 건설 기계의 제어 장치.

도면

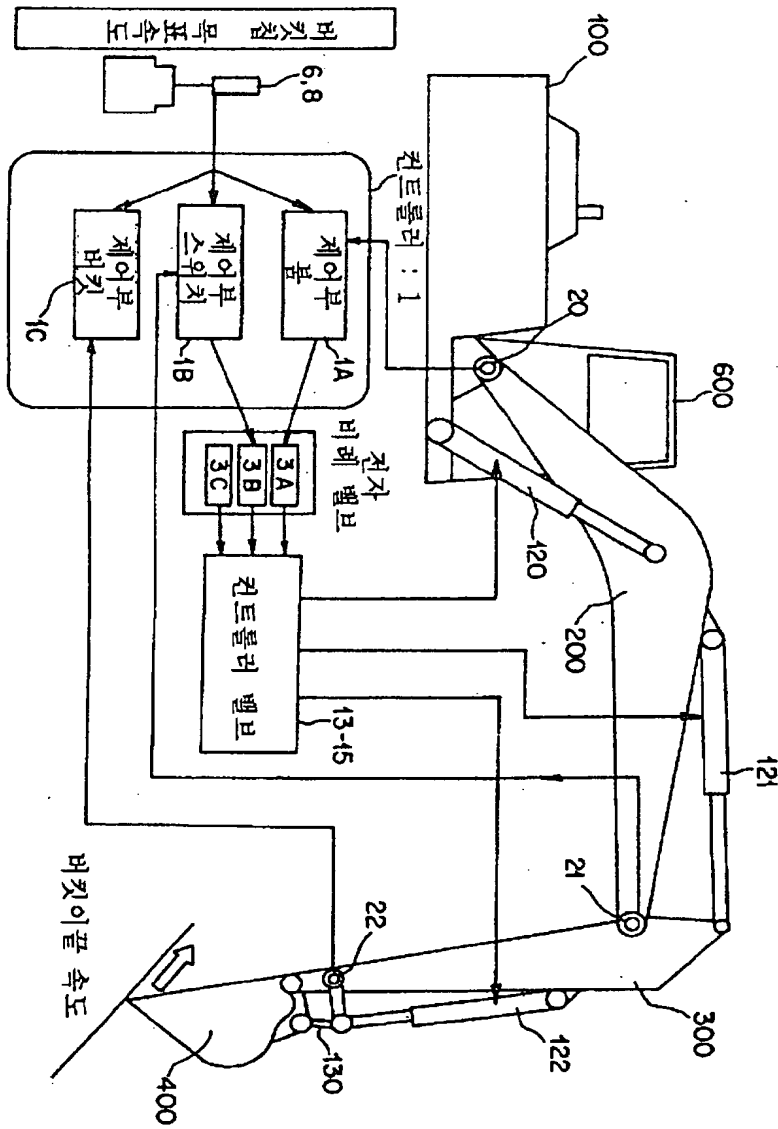
도면 1



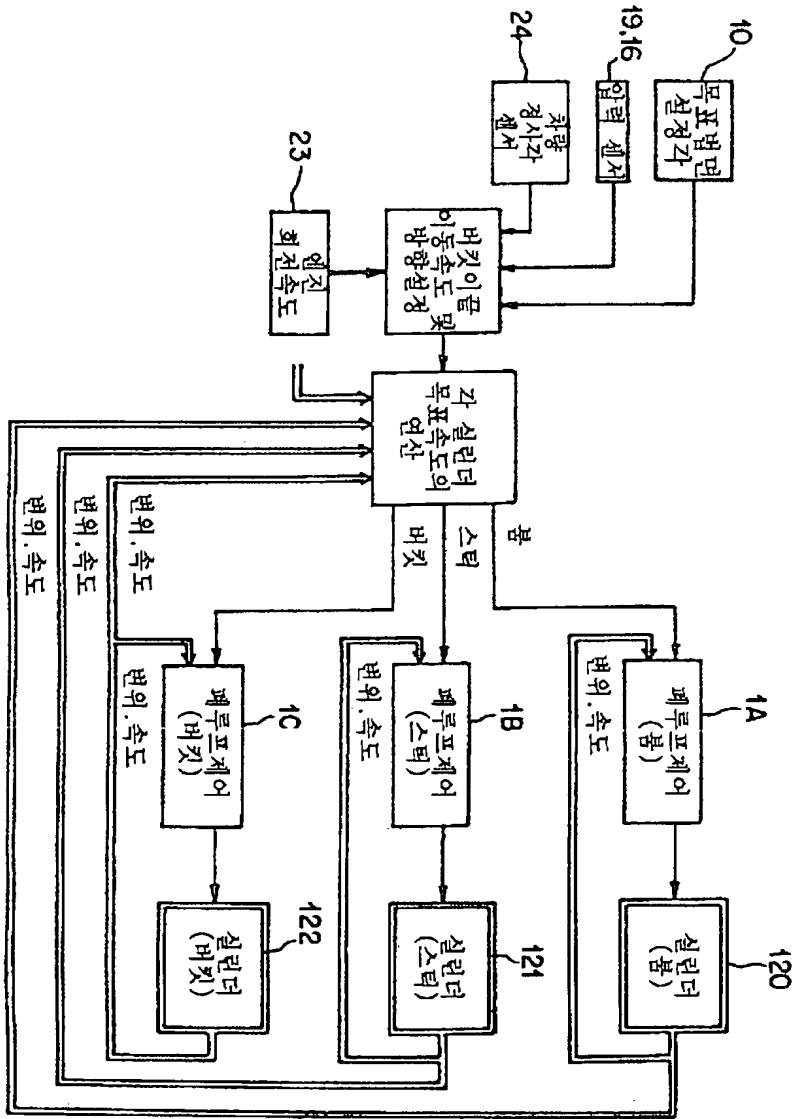


도 2

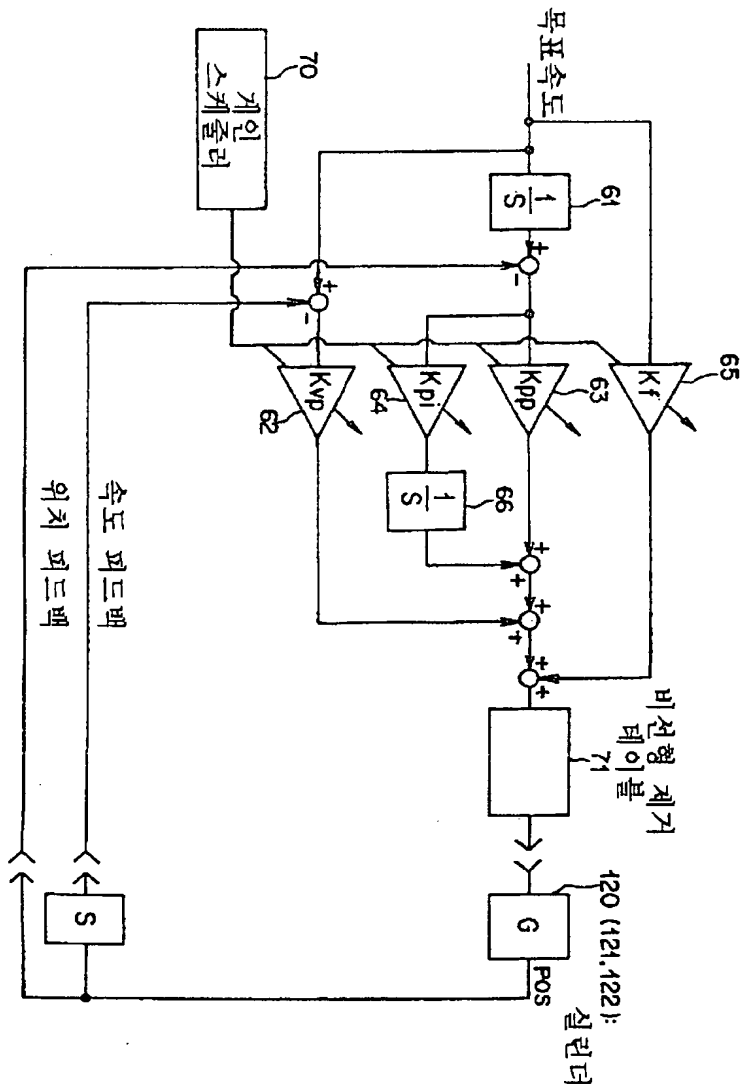
도면3



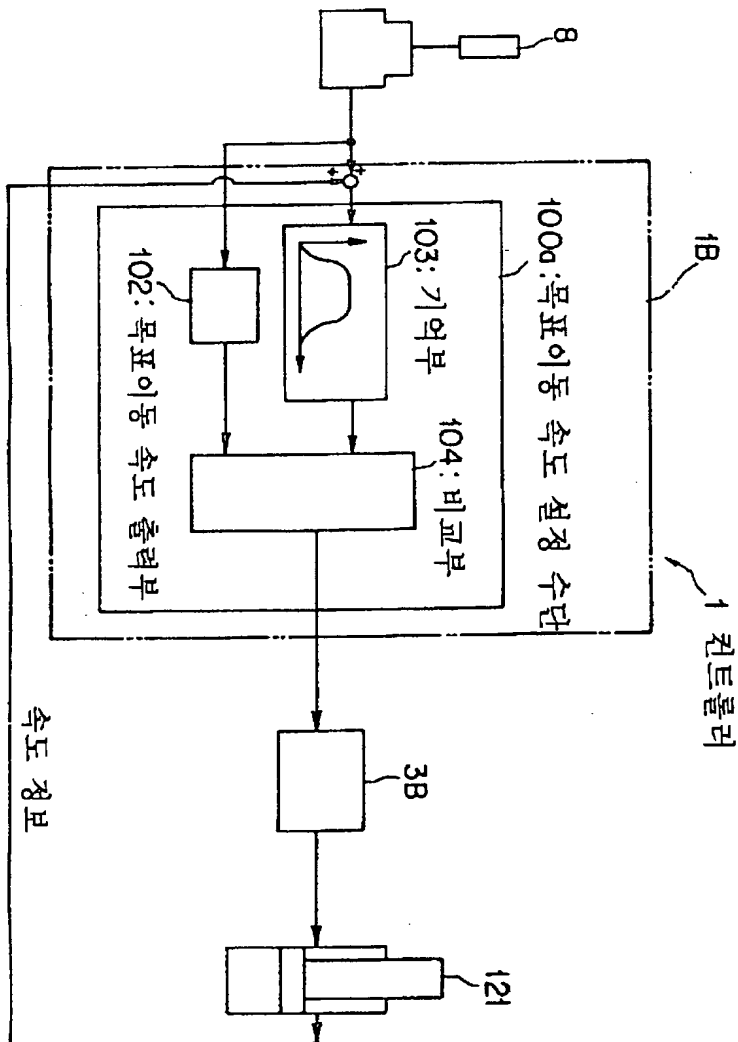
도면4



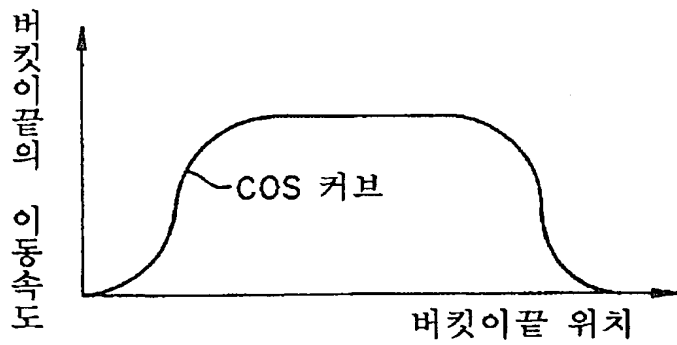
도면 5



도면6

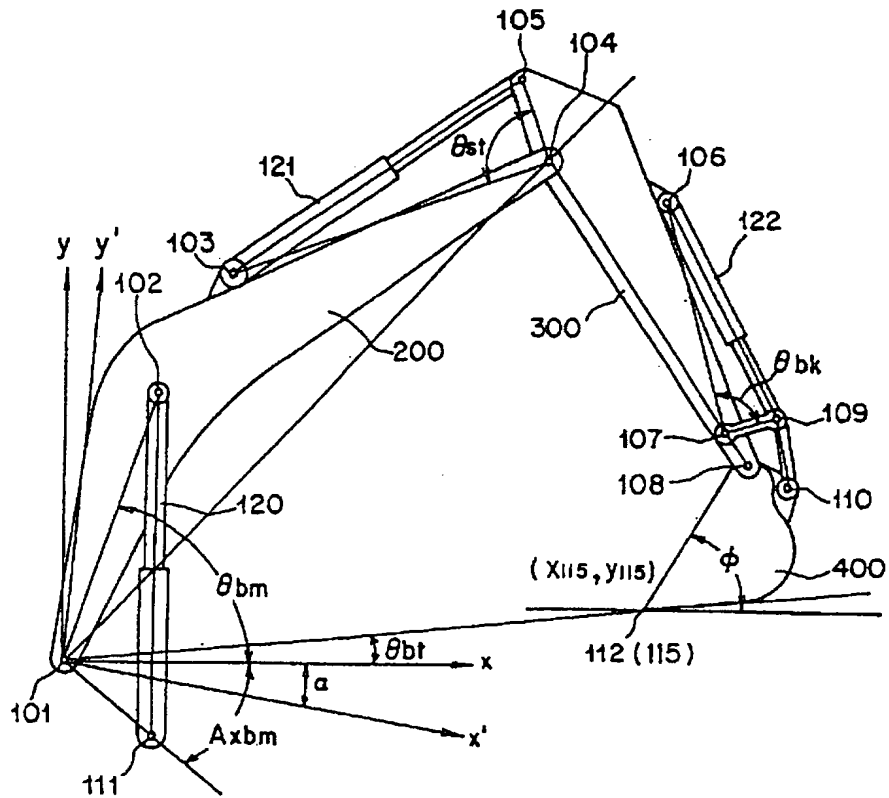


도면7

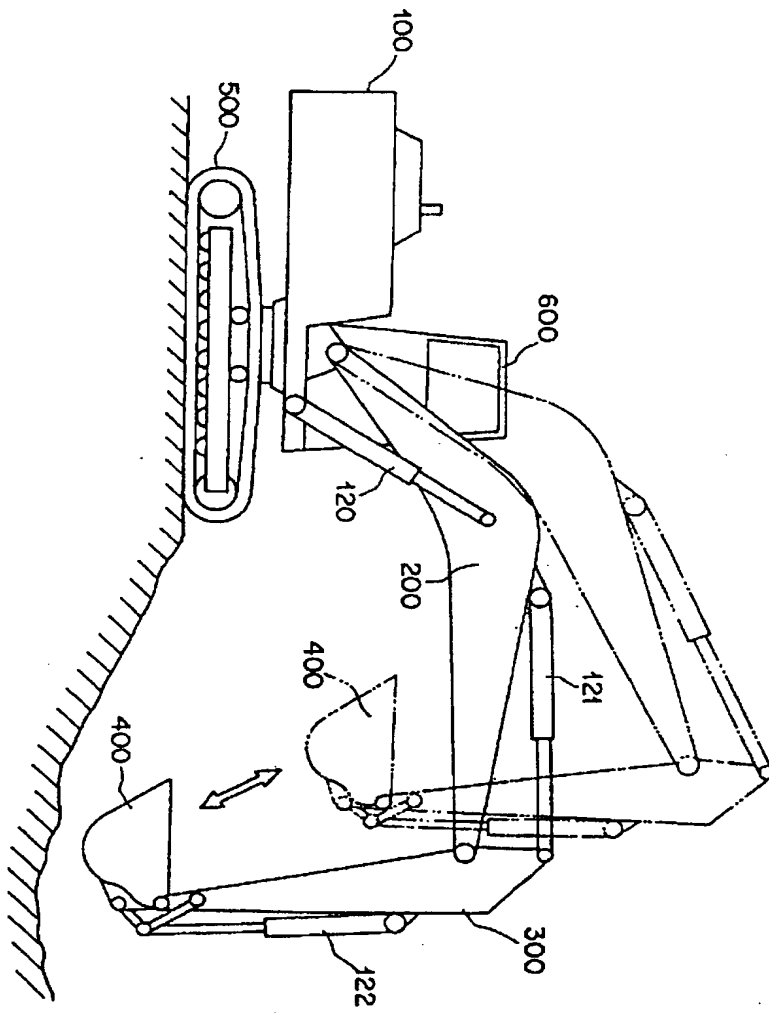


버킷이끝의 이동속도 설정예(스틱 당김)

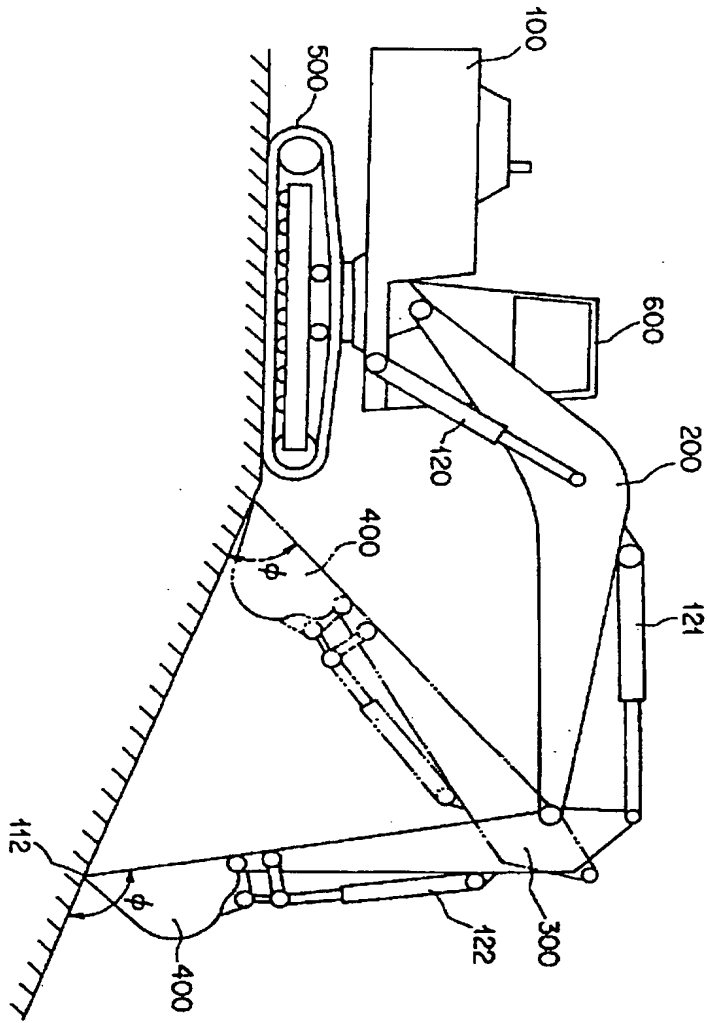
도면8



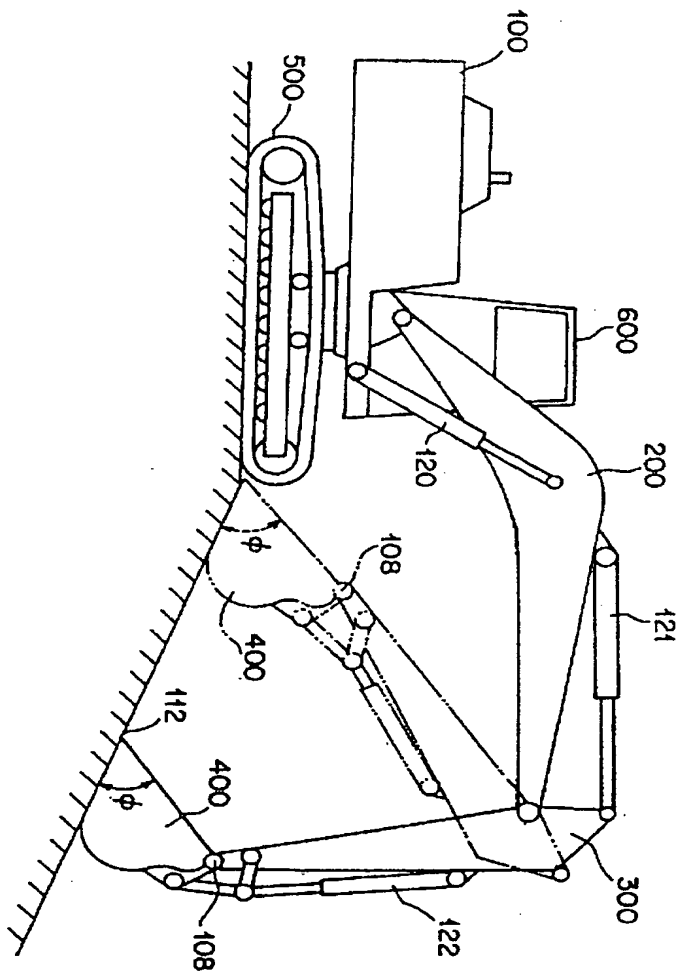
도 219



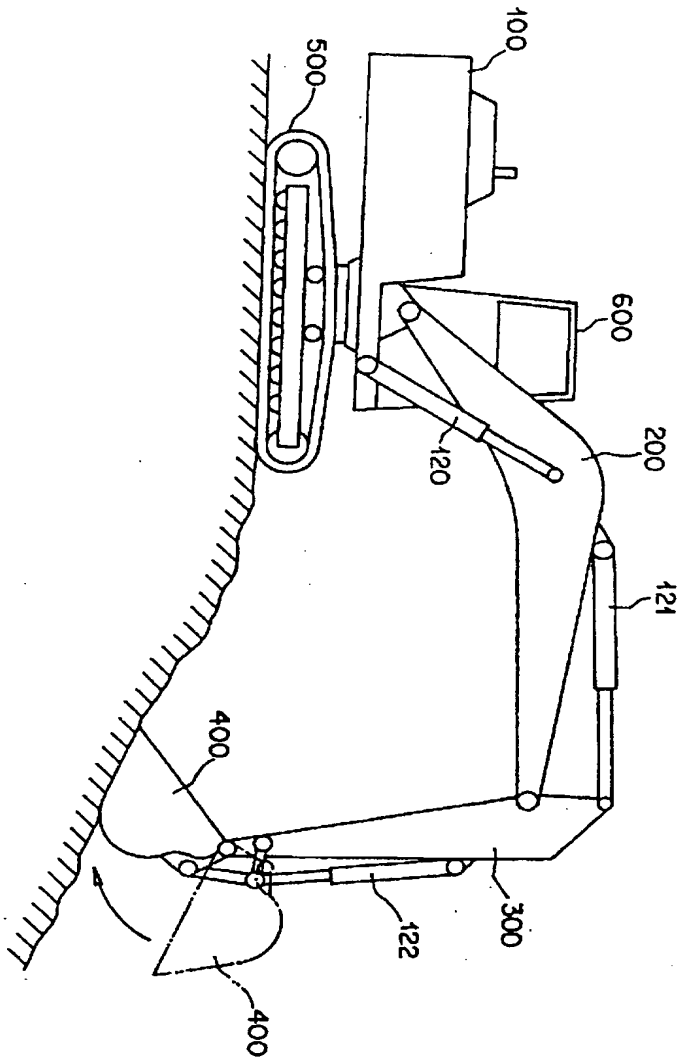
도면 10



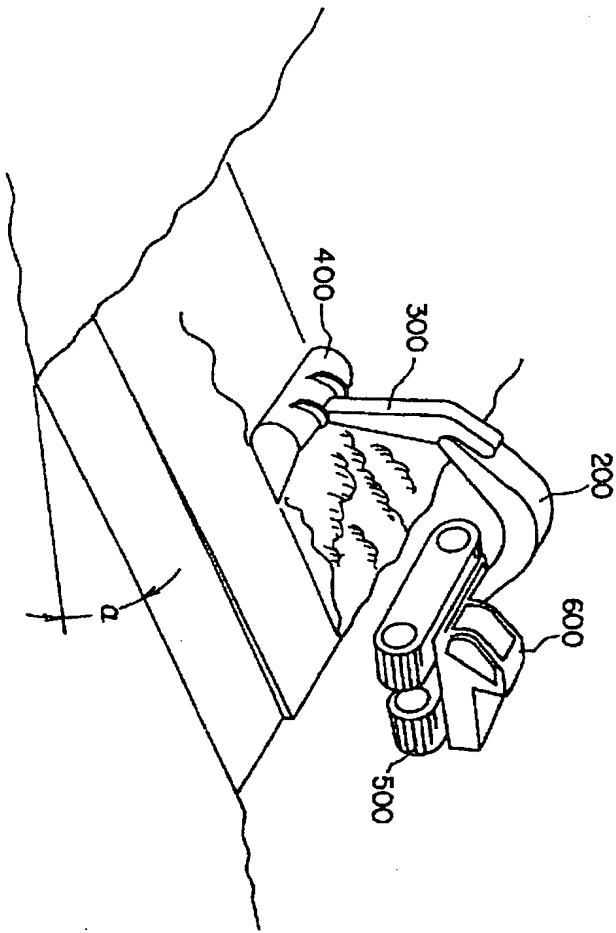
도면 11



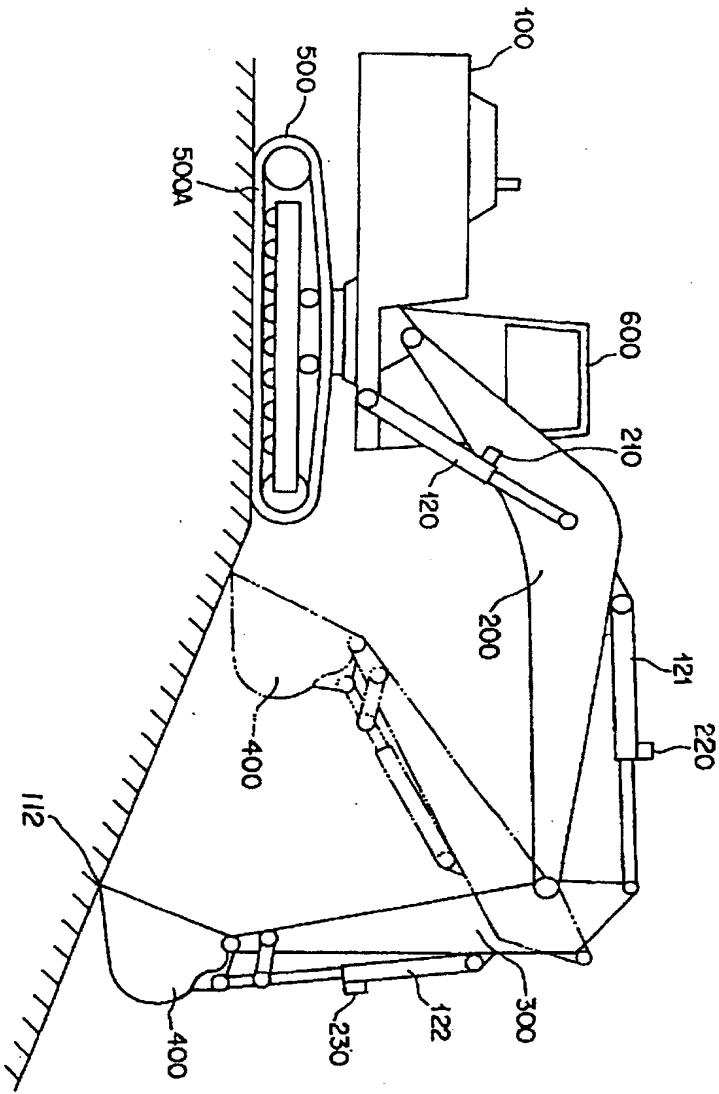
도면 12



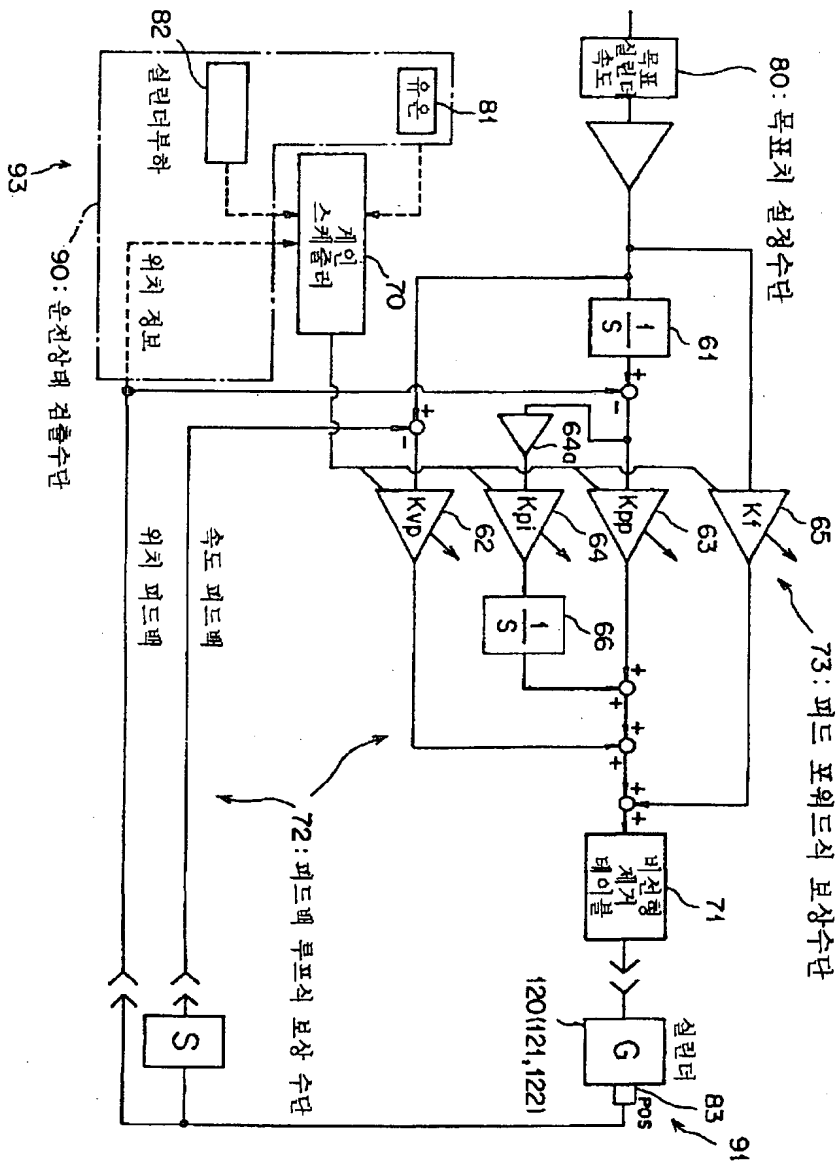
도면 13



도면 14

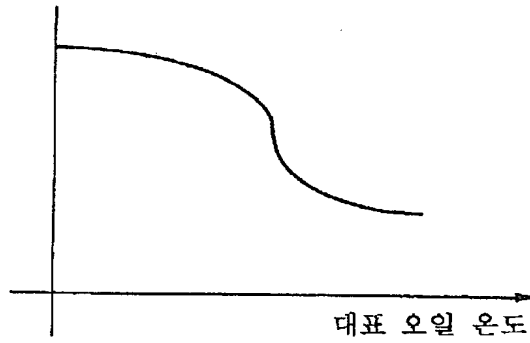


도면 15



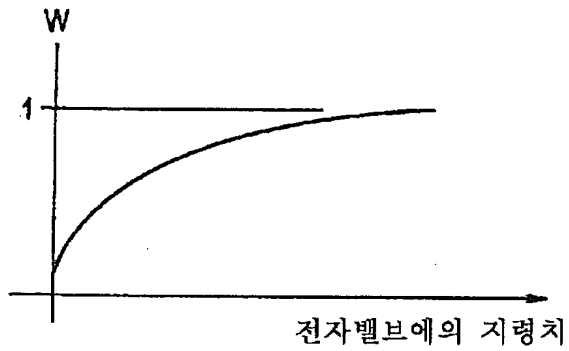
도면16

제어 패러미터
(비례계인등)



제어 패러미터 변정에

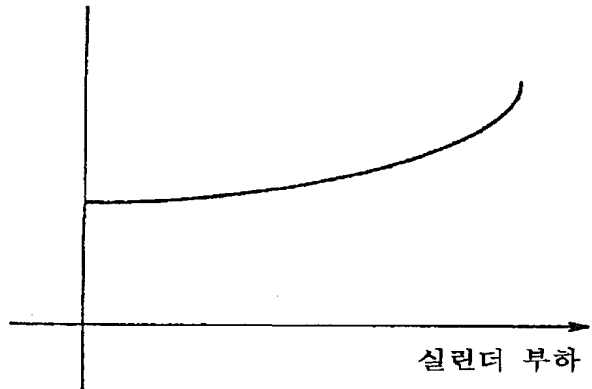
도면17



대표 오일 온도 = 탱크 오일 온도 $\times W$ +
파일럿 오일 온도 $\times (1-W)$

도면 18

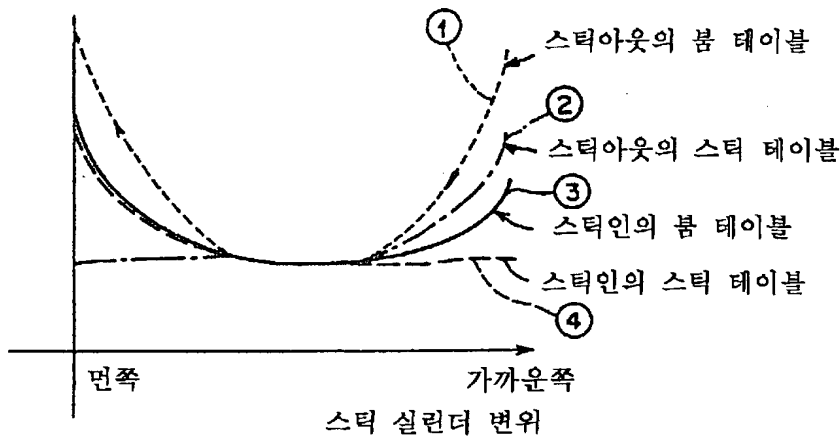
봄 비례계인



계인 스케줄의 예

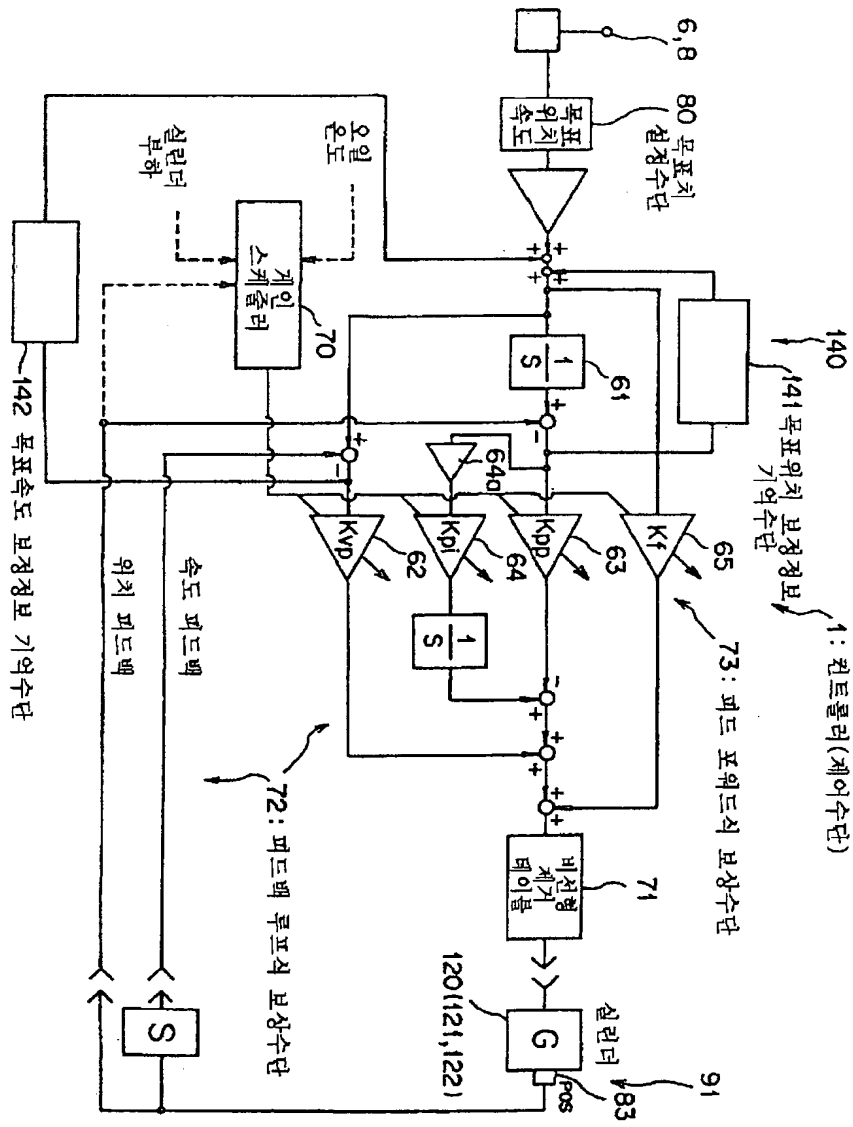
도면 19

비례계인

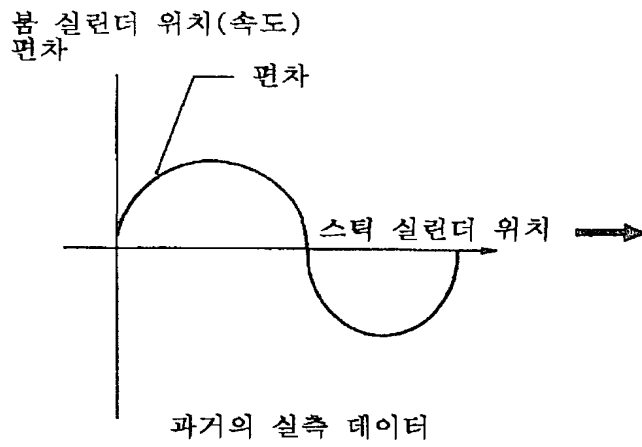


계인 스케줄의 예

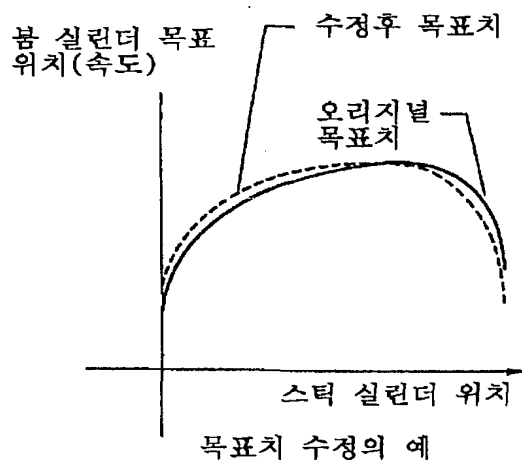
도면20



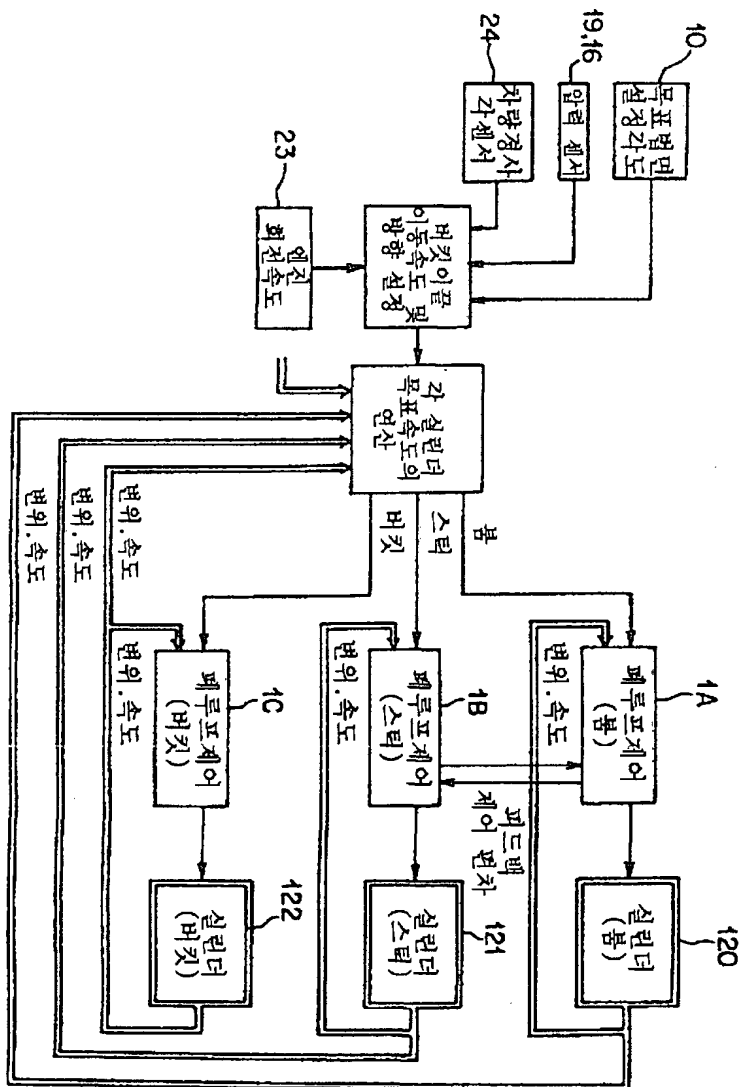
도면22a



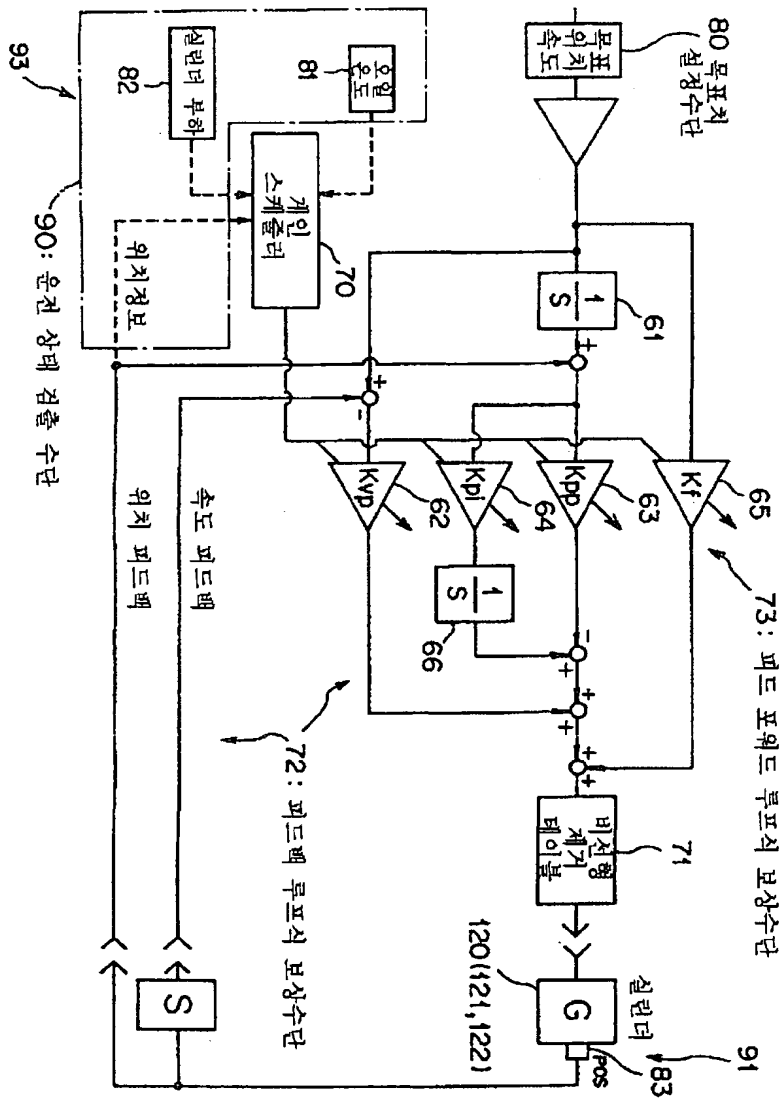
도면22b

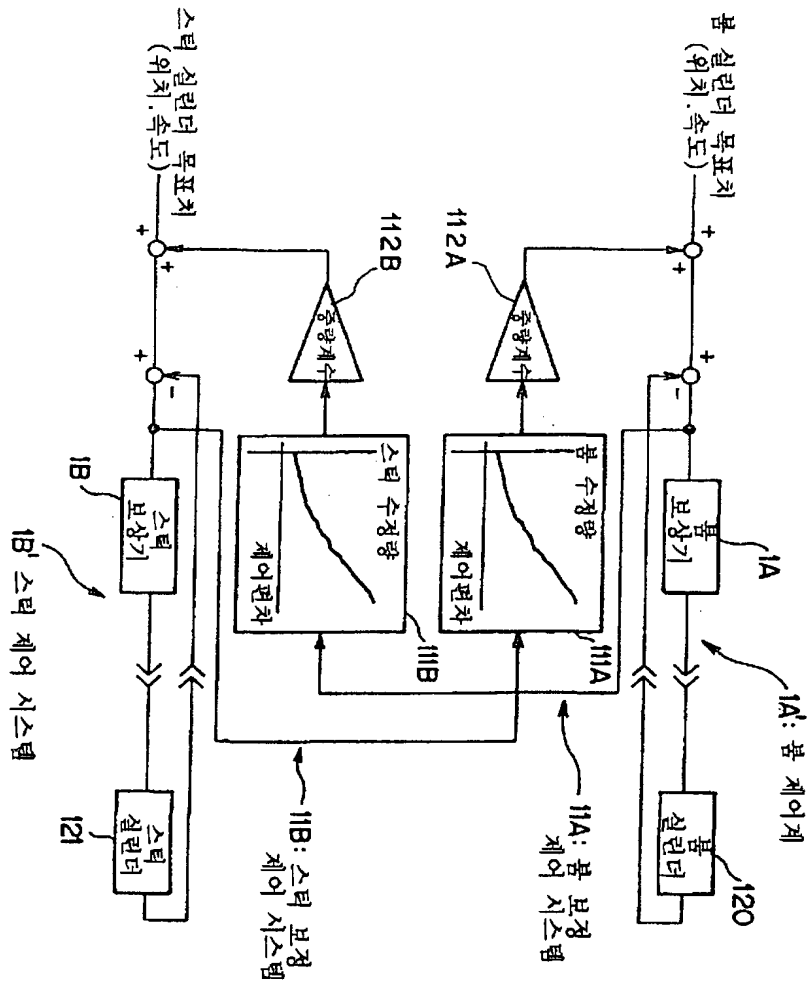


도면 23

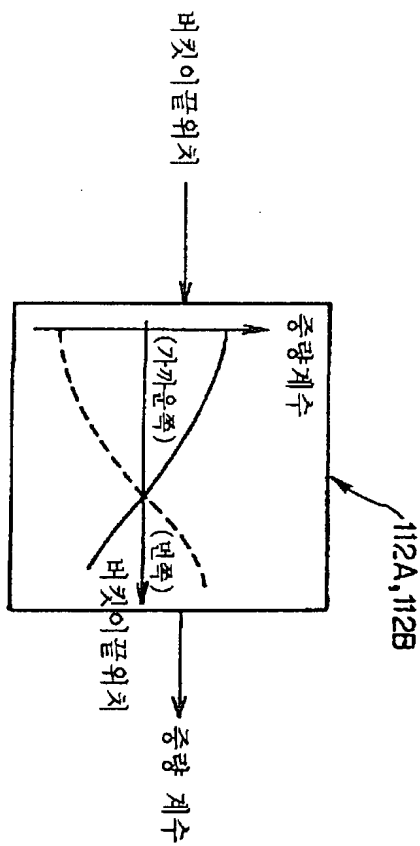


도면24

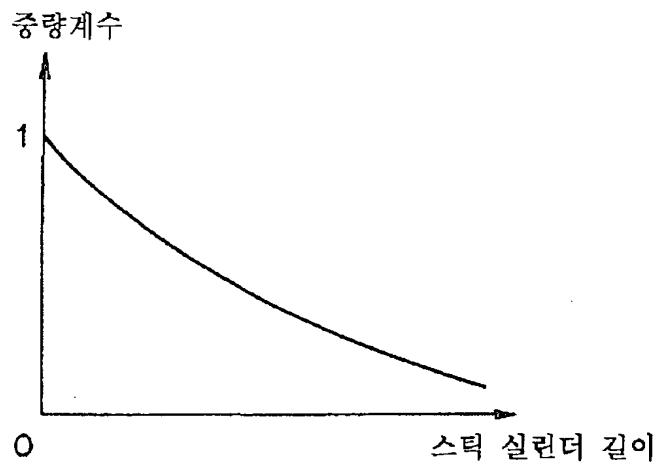




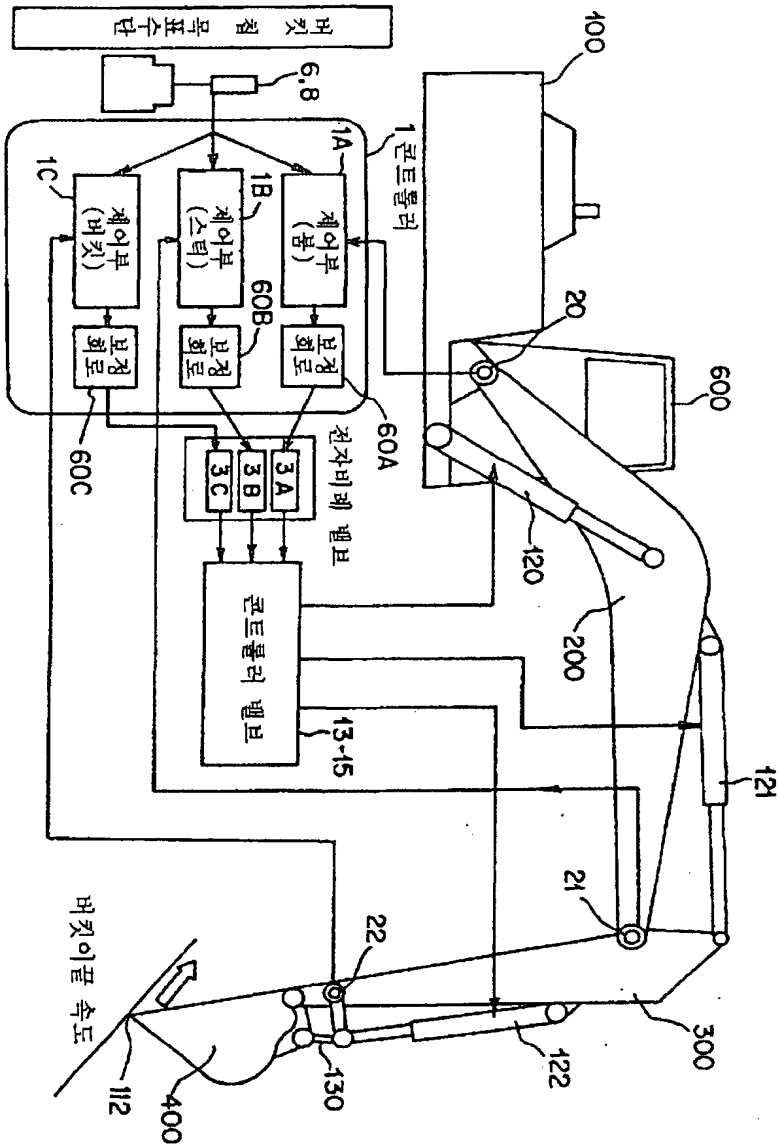
도면 26

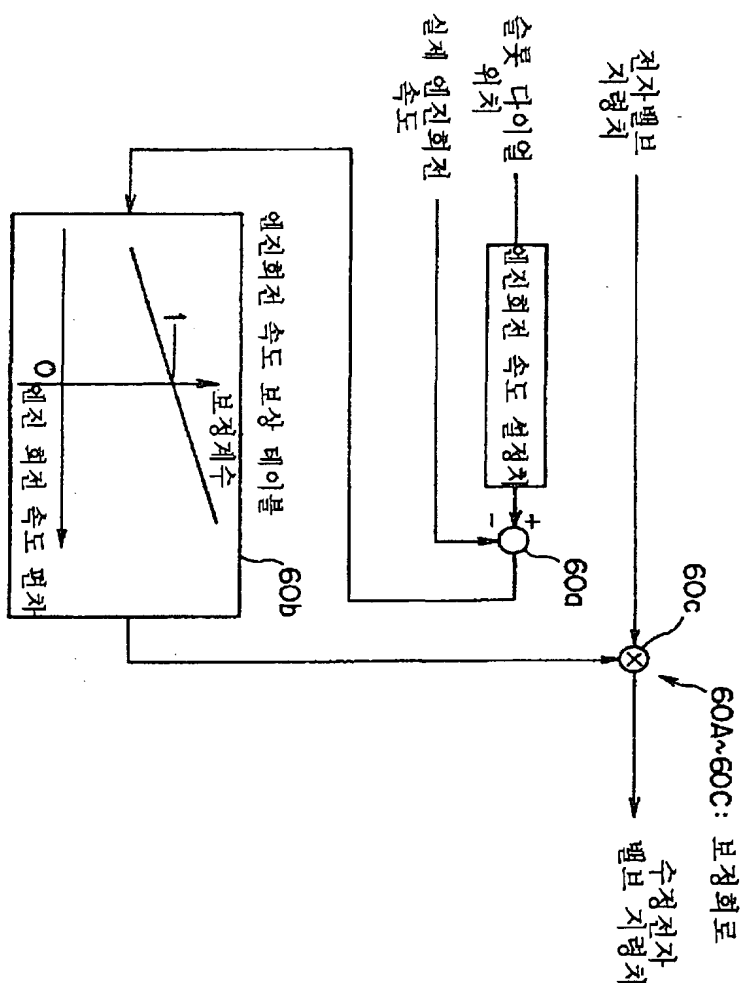


도면28



도면 29

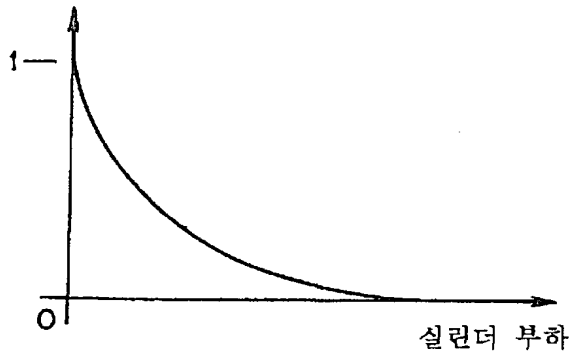




도면30

도면32

목표버킷 속도계수

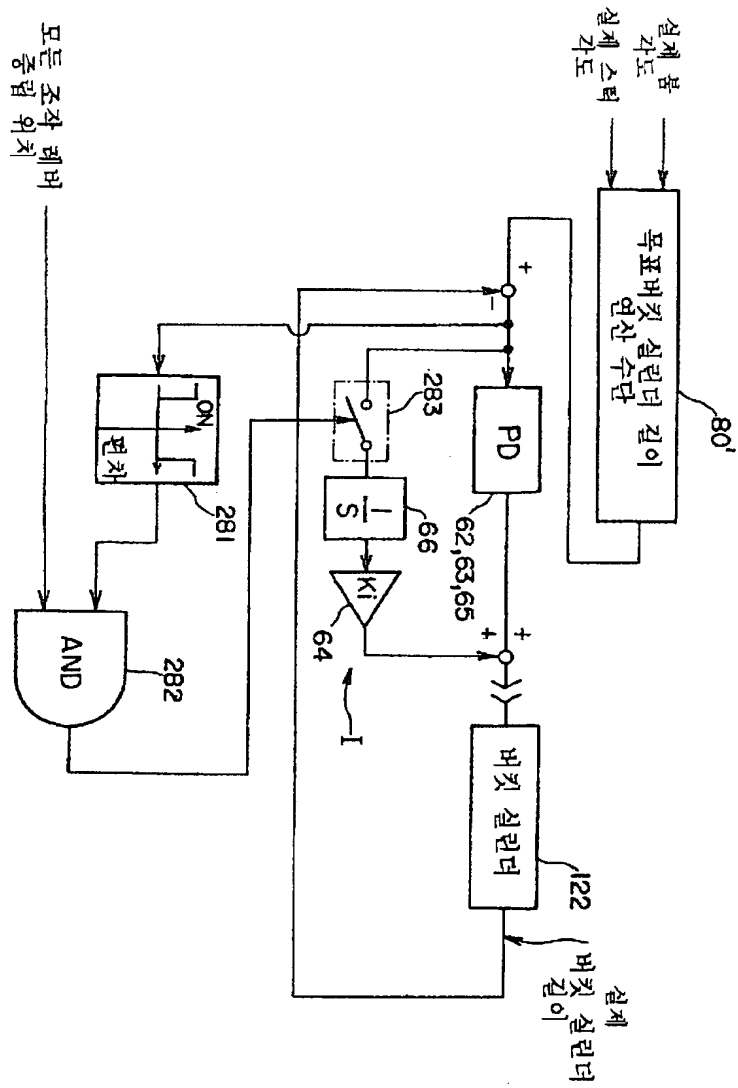


도면33

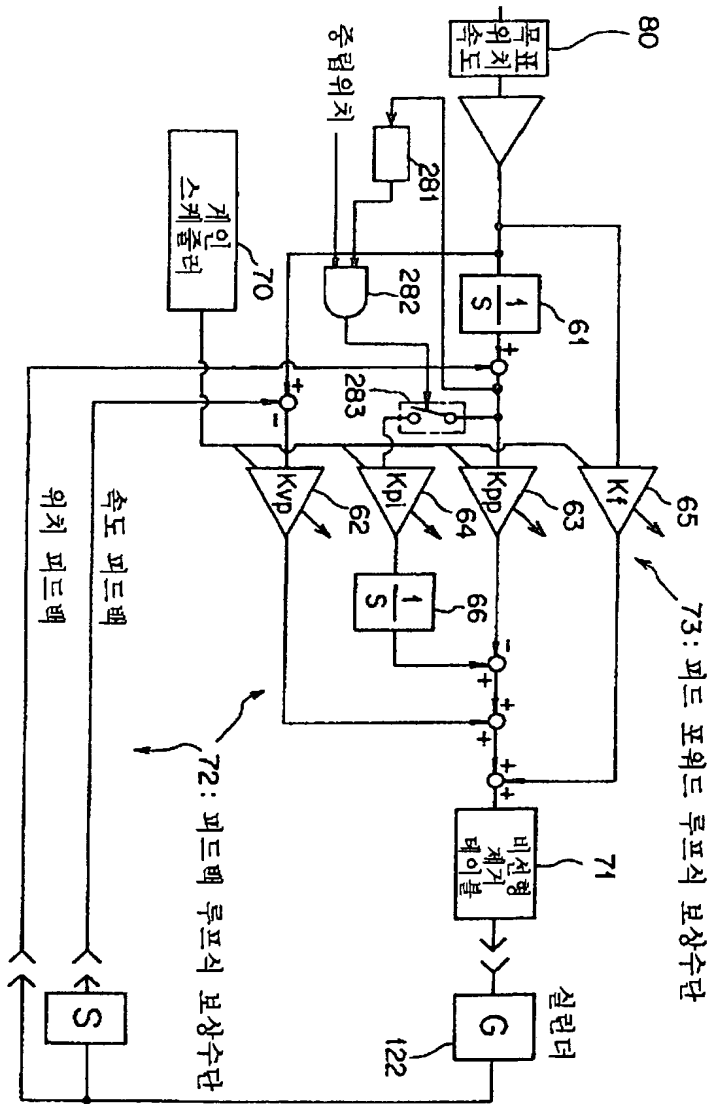
I 계인계수



도면34



도면35



도면 36

